

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XLIII, № 2

1966

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների բեկնածու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱԽԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ԽԻՐՉՈՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱՊՈՆԺՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ:

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г. АФРИКЯН, кандидат биологических наук, А. Т. БАБАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, чл.-корресп. АН АрмССР (зам. отв. редактора), С. А. МИРЗОЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, С. С. МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отв. редактор), О. М. САПОНДЖЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, А. А. ТАЛАЛЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, В. М. ТАРАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, М. Л. ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корресп. АН АрмССР.

Ր Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

ԻՐԱԹԻՄԱՏԻՒԱ

Ֆ. Ս. Լիսին — Հարթ տիրույթում ռեզույյար ֆունկցիաների միջին, կշռով մոտարկման մասին 63

Գ. Հ. Դավթյան — Նիւպոտենտ ր-խմբերի մի հատկության մասին 72

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ս. Ս. Դաբբինյան — Սեյսմիկ ազդեցությունների ենթարկվող կառուցվածքների դիմադրության մեկ յրացուցիչ պաշարի մասին 78

ՖԻԶԻԿԱ

Գ. Մ. Ավագյանց, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ի. Ռ. Ալուման և Ա. Վ. Յուրովսկի — Նանսվարկյանային կյանքի տեղության չափումները «երկար» դիոդներում 82

Լ. Ա. Անանովա, Ֆ. Ռ. Հարությունյան, Ի. Վ. Պետրոսյան և Ռ. Ա. Հովհաննիսյան — Անցումային ճառագայթումը ալյումինի թաղանթների միջով էլեկտրոնների թևք անցման դեպքում 87

Մ. Լ. Տեր-Միլանյան, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, և Վ. Մ. Հարությունյան — Ռեզոնանսային միջավայրի հավասարումները 91

ԲԻՈՖԻԶԻԿԱ

Ա. Հ. Չիլինգարյան, Ս. Ս. Հովհաննիսյան, Ի. Հ. Սարուխանյան և Վ. Ա. Տիմաշենկո — Մկանային կծկիչ սպիտակուցների համեմատական քննադիրը՝ տարբեր տեսակի բաղադրիչ և նրանց հիբրիդների մոտ 96

ՕՒԵՆԻՎՈՒՅԹԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Գ. Գ. Զուրյան — Տրոպուպաուզան Հայաստանի վրա 102

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Ն. Մ. Բելլերյան, Ֆ. Հ. Կարապետյան, Հ. Հ. Չալրիկյան, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ — Բենզոլային լուծույթում բենզոիլ պերօքսիդի և դիբենզիլամինի միջև բնթացող ռեակցիայի կինետիկան 108

ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Ս. Հ. Միրզոյան, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Կ. Գ. Ղաբազյոզյան, Վ. Պ. Հակոբյան և Լ. Թ. Մակարյան — Դ-ստինակարագաթթվի, ադրենալինի և մաշկի էլեկտրական պոտման ազդեցությունը ուղեղի պարկերակային և հրակային արյան էթանոլամինի պարունակության և ընդհանուր քնային զարկերակի արյան հոսքի արագության վրա քրոնիկական փորձի պայմաններում 112

Մ. Ա. Տեր-Կարապետյան, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, և Ս. Մ. Իննիկյան — Խմորանկային օրգանիզմների կողմից մոնոամինո-մոնոկարբոնաթթուների յուրացման առանձնահատկությունները՝ կախված ամինային խմբի դիրքից 117

ՀԻՄԵՐՈԳԵՆՈՔԻՄԻԱ

Է. Ս. Խալարյան — Միկրոտարրերը Հայոցձորի հիդրոկարբոնատ-թլորիդ նատրումային ածխաթթվային ջրերում 124

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Ф. С. Лисин — О приближении в среднем с весом площади регулярных функций 65
- Г. А. Давтян — Об одном свойстве нильпотентных р-групп 72

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- С. С. Дарбинян — Об одном дополнительном резерве сопротивляемости сооружений сейсмическим воздействиям 78

ФИЗИКА

- Г. М. Авакянц, чл.-корр. АН Армянской ССР, И. Р. Альтман и А. В. Юровский — Измерение наносекундных времен жизни в «длинных» диодах 82
- Л. А. Ананова, Ф. Р. Арутюнян, Р. А. Оганесян и Ж. В. Петросян — Переходное излучение при наклонном прохождении электронов через пленки алюминия 87
- М. Л. Тер-Микаелян, чл.-корр. АН Армянской ССР, и В. М. Арутюнян — Уравнения резонансной среды 91

БИОФИЗИКА

- А. А. Чилингарян, С. С. Оганесян, Ж. Г. Саруханян и В. А. Тимошенко — Сравнительная характеристика сократительных белков скелетных мышц уток и их гибридов 96

МЕТЕОРОЛОГИЯ

- Г. Д. Зубян — Тропопауза над Арменией 102

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. М. Бейлерян, Ф. О. Карапетян и О. А. Чалтыкян, чл.-корр. АН Армянской ССР — Кинетика реакции перекиси бензоила с дибензиламином в бензольных растворах 108

БИОХИМИЯ

- С. А. Мирзоян, чл.-корр. АН Армянской ССР, К. Г. Карагезян, В. П. Акопян и Л. М. Макарян — Влияние γ -аминомасляной кислоты, адреналина и электро кожного раздражения на содержание этаноламина в артериальной и венозной крови мозга и скорость кровотока в общей сонной артерии в условиях хронического эксперимента 112
- М. А. Тер-Карапетян, академик АН Армянской ССР, и С. М. Инджикян — Особенности усвоения моноаминомонокарбоновых кислот дрожжевыми организмами в зависимости от расположения аминной группы 117

ГИДРОГЕОХИМИЯ

- Э. С. Халатян — Микроэлементы в гидрокарбонатно-хлоридных натриевых углекислых источниках Айоцдзора 124

МАТЕМАТИКА

Ф. С. Лисин

О приближении в среднем с весом по площади регулярных функций

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 1/VI 1966)

Пусть $\bar{B}$ — ограниченное замкнутое множество плоскости комплексного переменного z . Через $L_p(\bar{B})$, $p > 1$ обозначим пространство комплексных функций, вещественная и мнимая часть которых измеримы в $\bar{B}$, а норма конечна, т. е.,

$$\|f\|_p^{\bar{B}} = \left\{ \iint_{\bar{B}} |f(z)|^p d\sigma \right\}^{\frac{1}{p}} < \infty,$$

где $d\sigma$ — элемент площади.

Пусть $h(z)$ — вещественная, неотрицательная для $z \in \bar{B}$ функция, $h(z) \in L_1(\bar{B})$ и $\text{mes}\{z \in \bar{B} : h(z) = 0\} = 0$. Через $A_p(\bar{B}, h)$ обозначим класс функций $f(z)$, регулярных во внутренних точках $\bar{B}$ таких, что их вещественная и мнимая части измеримы в $\bar{B}$ и

$$\|h^{\frac{1}{p}} f\|_p^{\bar{B}} < \infty.$$

При этом функцию $h(z)$ будем называть весом.

Пусть $f(z) \in A_p(\bar{B}, h)$, для $z \in \bar{B}$ всегда будем полагать $f(z) \equiv 0$, $h(z) \equiv 0$.

Если для функции $f(z)$ класса $A_p(\bar{B}, h)$, для всех комплексных ζ

$$\iint_{\bar{B}} h(z) |f(z + \zeta)|^p d\sigma < \infty,$$

то будем писать $f(z) \in A_p^0(\bar{B}, h)$. Легко показать, что если $f(z) \in A_p^0(\bar{B}, h)$, то $f(z) \in A_p(\bar{B}, 1)$. Отсюда следует, что в классе $A_p^0(\bar{B}, h)$ имеет смысл интегральный модуль непрерывности с весом

$$\omega(\delta) = \sup_{|\zeta| \leq \delta} \left\{ \iint_{\bar{B}} h(z) |f(z + \zeta) - f(z)|^p d\sigma \right\}^{\frac{1}{p}}.$$

При этом $\omega(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$.

В этой заметке устанавливается возможность приближения рациональными функциями (в частности полиномами) в среднем по площади с весом функций класса $A_p^0(\bar{B}, h)$ для широкого класса замкнутых множеств $\bar{B}$. При этом существенно используются некоторые идеи С. Н. Мержеляна в соответствующих вопросах равномерного приближения ⁽²⁾ и результаты из ⁽⁵⁾ стр. 110—114.

Мы будем рассматривать только такие множества $\bar{B}$, любая порция которых имеет положительную плоскую меру.

Найдем условия, которые нужно наложить на $\bar{B}$, чтобы множество функций, регулярных на $\bar{B}$, было всюду плотно в пространстве $A_p^0(\bar{B}, h)$.

Пусть $\bar{B}_0 = \bar{B}$, D имеют тот же смысл, что и в ⁽⁵⁾ стр. 108, $\bar{B}_* = \bar{B} \setminus \bar{B}_0$, $\bar{E}_n$ — множество тех точек $z \in \bar{B}_*$, расстояние которых до $S\bar{B}_*$ не меньше $\frac{1}{2} \delta$ $n=1, 2, \dots$. $D_n^* = D \setminus \bar{E}_n$.

На множестве $\bar{B}_0$ функцию $f_{\delta, n}(z)$, регулярную на $\bar{B}$ и приближающую в среднем с весом данную функцию $f(z)$, можно положить равной нулю. При этом в силу того, что при $\delta \rightarrow 0$ $\text{mes } \bar{B}_0 \rightarrow 0$, $\delta \rightarrow 0$

будем иметь для любого $n=1, 2, \dots$ при

$$\left\{ \iint_{\bar{B}_0} h(z) |f(z) - f_{\delta, n}(z)|^p d\sigma \right\}^{\frac{1}{p}} = \|h^{\frac{1}{p}} f\|_p^{\frac{1}{p}} \rightarrow 0. \quad (1)$$

Перейдем к построению функции $f_{\delta, n}(z)$, регулярной на $\bar{B}$ и приближающей $f(z)$ в среднем с весом на $\bar{B}_*$.

Для этого следуя ⁽²⁾, (см. также ⁽⁵⁾ стр. 111) введем функции

$$K_{\delta}(r) = \begin{cases} \frac{12}{\pi \delta^2} \left(1 - \frac{2r}{\delta}\right) & 0 \leq r \leq \frac{\delta}{2} \\ 0 & r > \frac{\delta}{2} \end{cases} \quad (2)$$

$$G_{\delta, n}(z) = \iint_{D_{\delta}} G_{\delta, n-1}(\zeta) K_{\delta}(|\zeta - z|) d\sigma_{\zeta}, \quad n=1, 2, \dots, \quad (3)$$

где D_{δ} круг $|\zeta - z| \leq \frac{\delta}{2}$, а $G_{\delta, 0}(z) = f(z)$.

Принимая во внимание, что $f(z) \in A_p^0(\bar{B}, h)$ нетрудно убедиться в том, что $G_{\delta, n}(z)$, $n=1, 2, \dots$ непрерывна на всей конечной плоскости.

Так же как в ⁽⁵⁾, стр. 112 показывается, что $G_{\delta, n}(z)$, $n=2, 3, \dots$ имеет непрерывные частные производные первого порядка по $x = \text{Re } z$ и $y = \text{Im } z$ на всей конечной плоскости.

Поэтому функция

$$g_{\delta, n}(z) = \frac{\partial G_{\delta, n}(z)}{\partial x} + i \frac{\partial G_{\delta, n}(z)}{\partial y}, \quad n=2, 3, \dots \quad (4)$$

определена и непрерывна по x и y для всех конечных x и y и

$$g_{\delta, n}(z) = \int \int_{D_{\delta}} G_{\delta, n}(\zeta) \left[\frac{\partial}{\partial x} K_{\delta}(|\zeta - z|) + i \frac{\partial}{\partial y} K_{\delta}(|\zeta - z|) \right] d\sigma_{\zeta}. \quad (5)$$

Непосредственно проверяются следующие свойства введенных функций

$$\int \int_{D_{\delta}} K_{\delta}(|\zeta - z|) d\sigma_{\zeta} = 1, \quad (6)$$

$$\int \int_{D_{\delta}} \frac{\partial}{\partial x} K_{\delta}(|\zeta - z|) d\sigma_{\zeta} = \int \int_{D_{\delta}} \frac{\partial}{\partial y} K_{\delta}(|\zeta - z|) d\sigma_{\zeta} = 0, \quad (7)$$

$$f(z) \equiv G_{\delta, n}(z), \quad n = 1, 2, \dots, \quad z \in \bar{E}_{n\delta}, \quad (8)$$

$$g_{\delta, n}(z) \equiv 0, \quad n = 2, 3, \dots, \quad z \in \bar{E}_{n\delta}. \quad (9)$$

Лемма 1. Пусть $\bar{B}$ — любое ограниченное замкнутое множество $f(z) \in A_p^u(\bar{B}, h)$, $p \geq 1$. Тогда для $n = 1, 2, \dots$

$$\|h^{\frac{1}{p}}(f - G_{\delta, n})\|_{\bar{B}}^p \leq n\omega\left(\frac{\delta}{2}\right). \quad (10)$$

Доказательство. Для $n=1$ с учетом (6) можем написать

$$\|h^{\frac{1}{p}}(f - G_{\delta, 1})\|_{\bar{B}}^p = \left\{ \int \int_{\bar{B}} h(z) \left| \int \int_{D_{\delta}} [f(z) - f(\zeta)] K_{\delta}(|\zeta - z|) d\sigma_{\zeta} \right|^p d\sigma_z \right\}^{\frac{1}{p}}$$

Во внутреннем интеграле заменим переменную, полагая $\zeta - z = re^{i\varphi}$ после чего применим к интегралу обобщенное неравенство Минковского⁽⁶⁾ стр. 601. Получим с учетом (6), что (10) верно для $n=1$.

Аналогично, учитывая, что для $n=1$, (10) верно, получим

$$\|h^{\frac{1}{p}}(G_{\delta, n} - G_{\delta, n-1})\|_{\bar{B}}^p \leq \omega\left(\frac{\delta}{2}\right).$$

Отсюда утверждение леммы легко следует с помощью неравенства Минковского.

Обозначим через L границу $\bar{B}$, пусть ζ — любая точка L , $K_{n\delta}^+$ — открытый круг радиуса $n\delta$ с центром в точке ζ , $D_{n\delta}^+ = K_{n\delta}^+ \cap \bar{B}$.

Через $\gamma(D_{n\delta}^+)$ обозначим аналитическую меру множества $D_{n\delta}^+$ (см. (5), стр. 103) и пусть $\gamma_{n\delta}(\bar{B}) = \inf \gamma(D_{n\delta}^+)$, где нижняя грань берется по всем точкам $\zeta \in L$.

Нетрудно показать, что для любого ограниченного замкнутого множества $\bar{B}$ $\gamma_{n\delta}(\bar{B}) > 0$.

Для дальнейшего нам потребуются следующие утверждения из (5) стр. 110 и 113, которые мы сформулируем в виде леммы.

Лемма 2. Для любого ограниченного замкнутого множества $\bar{B}$ и произвольного числа λ , удовлетворяющего условию $0 < \lambda < \frac{\gamma_{n\delta}(\bar{B})}{n\delta}$, существуют функция $g_n(z, \zeta)$ $n = 2, 3, \dots$ $z \in D$, $\zeta \in \bar{D}_n^*$

регулярная по z на D при всяком $\zeta \in \bar{D}_n^*$, такая что

$$|g_n(z, \zeta)| \leq F_\lambda \cdot \frac{1}{n\delta}, \quad F_\lambda = \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{3}{\lambda^2} \right)$$

$$\left| \frac{1}{\zeta - z} - g_n(z, \zeta) \right| \leq (4 + 8F_\lambda) \frac{(n\delta)^2}{|\zeta - z|^2}$$

и функция

$$f_{\delta, n}(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{G_{\delta, n}(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta + \frac{1}{2\pi} \int \int_{D_n^*} g_n(z, \zeta) g_{\delta, n}(\zeta) d\sigma_\zeta$$

регулярная на D , $n = 2, 3, \dots$, Γ — граница D .

Лемма 3. Для любого ограниченного замкнутого множества $\bar{B}$, числа λ , удовлетворяющего условию леммы 2 и для произвольной функции $f(z) \in A_p^n(\bar{B}, h)$, $p \geq 1$ существует открытое множество $D_\delta \supset \bar{B}$ и функция $f_{\delta, n}(z)$, регулярная на D_δ такая, что для $n = 2, 3, \dots$

$$\|h^{\frac{1}{p}}(f - f_{\delta, n})\|_p \leq 25 n (2 + 3F_\lambda) \omega\left(\frac{\delta}{2}\right) + \|h^{\frac{1}{p}}f\|_p.$$

Доказательство. Примем за D_δ множество D , а за $f_{\delta, n}(z)$ функцию леммы 2 и оценим $|G_{\delta, n}(z) - f_{\delta, n}(z)|$ на множестве D .

Так как $G_{\delta, n}(z)$ можно представить в виде (см. (5) стр. 113)

$$G_{\delta, n}(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{G_{\delta, n}(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta + \frac{1}{2\pi} \int \int_{D_{n\delta}^*} \frac{g_{\delta, n}(\zeta)}{\zeta - z} d\sigma_\zeta$$

для $z \in D$, то, используя лемму 2, можем написать

$$G_{\delta, n}(z) - f_{\delta, n}(z) = \frac{1}{2\pi} \int \int_{D_{n\delta}^*} g_{\delta, n}(\zeta) \left| \frac{1}{\zeta - z} - g_n(z, \zeta) \right| d\sigma_\zeta. \quad (11)$$

Фиксируем любое $z \in D$ и пусть $q(\delta) > \delta$, $q(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$. С помощью неравенств леммы 2 получаем

$$\begin{aligned} |G_{\delta, n}(z) - f_{\delta, n}(z)| &\leq \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{2n\delta} |g_{\delta, n}(z + r e^{i\varphi})| \cdot \left| \frac{F_\lambda \cdot r}{n\delta} + 1 \right| dr d\varphi + \\ &+ (n\delta)^2 \frac{2 + 4F_\lambda}{\pi} \int_0^{2\pi} \int_{2n\delta}^{2nq(\delta)} |g_{\delta, n}(z + r e^{i\varphi})| \cdot \frac{dr d\varphi}{r^2} + \end{aligned}$$

$$+ (n\delta)^2 \frac{2 + 4F_\lambda}{\pi} \int_0^{2\pi} \int_{2nq(\delta)}^{\infty} |g_{\delta, n}(z + re^{i\varphi})| \frac{dr d\varphi}{r^2}. \quad (12)$$

Оценивая с помощью (12) $\|h^{\frac{1}{p}}(G_{\delta, n} - f_{\delta, n})\|_{\overline{B}_*}$ получим

$$\begin{aligned} & \|h^{\frac{1}{p}}(G_{\delta, n} - f_{\delta, n})\|_{\overline{B}_*} \leq \\ & \leq \frac{1}{2\pi} \left\{ \iint_{\overline{B}_*} h(z) d\sigma_z \left[\int_0^{2\pi} \int_0^{2n\delta} |g_{\delta, n}(z + re^{i\varphi})| \cdot \left| \frac{F_\lambda \cdot r}{n\delta} + 1 \right| dr d\varphi \right]^p \right\}^{\frac{1}{p}} + \\ & + \frac{2(1+2F_\lambda)}{\pi} (n\delta)^2 \left\{ \iint_{\overline{B}_*} h(z) d\sigma_z \left[\int_0^{2\pi} \int_{2nq(\delta)}^{2nq(\delta)} |g_{\delta, n}(z + re^{i\varphi})| \frac{dr d\varphi}{r^2} \right]^p \right\}^{\frac{1}{p}} + \\ & + \frac{2(1+2F_\lambda)}{\pi} (n\delta)^2 \left\{ \iint_{\overline{B}_*} h(z) d\sigma_z \left[\int_0^{2\pi} \int_{2nq(\delta)}^{2nq(\delta)} |g_{\delta, n}(z + re^{i\varphi})| \frac{dr d\varphi}{r^2} \right]^p \right\}^{\frac{1}{p}}. \quad (13) \end{aligned}$$

К каждому слагаемому правой части (13) применим обобщенное неравенство Минковского ((⁶) стр. 601) и после элементарных вычислений получим

$$\begin{aligned} & \|h^{\frac{1}{p}}(G_{\delta, n} - f_{\delta, n})\|_{\overline{B}_*} \leq 2n\delta (1 + F_\lambda) J_1 + \\ & + 2(1 + 2F_\lambda) \frac{n\delta}{q(\delta)} [(q(\delta) - \delta) J_2 + \delta J_3], \quad (14) \end{aligned}$$

где

$$J_k = \sup \left\{ \iint_{\overline{B}_*} h(z) |g_{\delta, n}(z + r_k e^{i\varphi})|^p d\sigma \right\}^{\frac{1}{p}}, \quad k = 1, 2, 3$$

$$0 \leq r_1 < 2n\delta, \quad 2n\delta \leq r_2 < 2nq(\delta), \quad 2nq(\delta) \leq r_3 < \infty. \quad (15)$$

Для оценки сверху J_k представим $g_{\delta, n}(z + r_k e^{i\varphi})$ полагая $z + r_k e^{i\varphi} = \zeta_k$, и используя (5) и (7) в виде

$$g_{\delta, n}(\zeta_k) = \frac{24}{\pi\delta^3} \int_0^{2\pi} \int_0^{\delta/2} [G_{\delta, n}(\zeta_k) - G_{\delta, n}(\zeta_k + \rho e^{i\theta})] e^{i\theta} \rho d\rho d\theta. \quad (16)$$

Подставим в (15) значение $g_{\delta, n}(z + \zeta_k e^{i\varphi})$ из (16), а затем поменяем порядок интегрирования с помощью обобщенного неравенства Минковского. После несложных вычислений получим следующую оценку для интеграла, состоящего в правой части (15).

$$\left\{ \iint_{\overline{B}_*} h(z) |g_{\delta, n}(z + re^{i\varphi})|^p d\sigma_z \right\}^{\frac{1}{p}} \leq$$

$$\leq \frac{6}{\delta} \sup \left\{ \int_{\overline{B}_\delta} |h(z)| |G_{\delta,n}(z + re^{i\tau}) - G_{\delta,n}(z + re^{i\tau} + \rho e^{i\theta})|^p d\sigma_z \right\}^{\frac{1}{p}},$$

где верхняя грань берется по всем $\rho \leq \frac{\delta}{2}$.

Поступая здесь так же, как при доказательстве леммы 1, будем иметь

$$\|h^{\frac{1}{p}}(G_{\delta,n} - f_{\delta,n})\|_{\overline{B}_\delta} \leq 124 n^2 (2 + 3 F_\delta) \omega(\varphi(\delta)). \quad (18)$$

А из (18), (9) и (1) при помощи неравенства Минковского сразу получаем утверждение леммы.

Непосредственно из предыдущего получается.

Теорема 1. Если для замкнутого ограниченного множества $\overline{B}$ найдется $\delta > 0$, независящее от δ такое, что для какой-нибудь последовательности $\{\delta_m\}$ положительных чисел, сходящейся к нулю будет выполнено неравенство $\gamma_{\delta_m}(\overline{B}) > \delta_m$, то множество регулярных на $\overline{B}$ функций всюду плотно в пространстве $A_p^0(\overline{B}, h)$, $p \geq 1$.

Из теоремы 1 с помощью известной теоремы (5) стр. 115) сразу следует.

Теорема 2. В условиях теоремы 1 множество рациональных функций с полюсами вне $\overline{B}$ всюду плотно в пространстве $A_p^0(\overline{B}, h)$, $p \geq 1$.

Замечание 1. Для случая $h(z) \equiv 1$ теорема 1 сформулирована в (4) при несколько более слабых ограничениях, накладываемых на $\overline{B}$.

Из теоремы 2, используя метод интегрального преобразования (см. (1)) нетрудно получить:

Следствие 1. Пусть B — область Каратеодори, $z = \psi(w)$ — функция однолистно и конформно отображающая круг $K: |w| < 1$ на B . Для полноты системы полиномов в классе $A_p(B, h)$, $p \geq 1$ необходимо и достаточно, чтобы система полиномов была полна в классе $A_p(K, H)$, где $H(w) = h(\psi(w)) |\psi'(w)|^2$. Если же для некоторого $\alpha > 0$ $\frac{h(\psi(w))}{(1-|w|)^\alpha} \in L_1(K, 1)$, то можно положить $H(w) = h(\psi(w))$.

Ленинградский государственный
университет

Э. И. ДИМИТРИЙ

Հարթ տիրույթում ուղղույթ ֆունկցիաների միջին, կշռով
մոտարկման մասին

Հոդվածում դիտարկված է զերծավոր $\overline{B}$ հարթ տիրույթում ուղղույթ $f(z)$ ֆունկցիաների աշխարհի $A_p^0(\overline{B}, h)$ դասը, որ ցանկացած ε -ի համար

$$\iint_B h(z) |f(z + \zeta)|^p d\tau < \infty,$$

որտեղ $h(z)$ — $42^{\text{րդ}}$ աստիճանի ֆունկցիան է, $p \geq 1$:

Ուսումնասիրված է CB -ում բեռներ ունեցող ռադիոնալ ֆունկցիաների R բաղադրյալ լրիվության հարցը $A_p^0(\bar{B}, h)$ դասում:

Հիմնական արդյունքը տրված է հետևյալ թեորեմով՝

Դիցուք L -ը $\bar{B}$ -ի եզրն է, $K_0 = \{z : |z - \frac{1}{2}| < \delta\}$ շրջանն է, $i \in L$, $\gamma(D_i) = D_i = K_i \cap C\bar{B}$ բաղմունքյան անալիտիկ չափն է, $\gamma_i(\bar{B}) = \inf_{i \in L} \gamma(D_i)$, եթե δ -ից անկախ դոյու-

Քյուեն ունի $\lambda > 0$ այնպես, որ $\lim_{\delta \rightarrow 0} \gamma_{\delta}(\bar{B}) > \lambda \delta$, ապա R բազմությունը ամենուրեք,

Դիտ $\in A_{j_1}^0(\overline{B}, h)$ տարածություն ՏԵՂ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ,

- ¹ М. М. Джрбашян, ДАН АрмССР, т. 7, № 1 (1947). ² С. Н. Мергелян, Усп. матем. наук 7, в. 2 (1952). ³ С. Н. Мергелян, Усп. матем. наук, 8, в. 4 (1953). ⁴ С. О. Синанян, ДАН АрмССР, т. 35, № 3 (1962). ⁵ В. И. Смирнов и Н. А. Лебедев, Конструктивная теория функций комплексного переменного, Изд. Наука, М.—Л., 1964. ⁶ А. Ф. Тиман, Теория приближения функций действительного переменного. Госфизматиздат, М., 1960.

Г. А. Давтян

Об одном свойстве нильпотентных p -групп

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашьяном 27/VII 1966)

В работе Хобби ⁽¹⁾ для конечных p -групп доказано следующее утверждение: если $P^{(1)} = \Phi(P)$, то $K^{(1)} = \Phi(K_n)$, где n — любое целое положительное число. Цель настоящей заметки доказать справедливость этого утверждения для любых нильпотентных p -групп.

Введем следующие обозначения:

K_n — n -ый коммутант группы P ; $\Gamma_n(P)$ — n -ый член нижнего центрального ряда группы P ; $P^{(1)}$ — подгруппа, порожденная множеством всех элементов вида x^p , где $x \in P$; $\Phi(P)$ — подгруппа Фраттини группы P ; $\theta(P)$ — подгруппа, порожденная всеми элементами вида $(x, y) = y^{-p} x^{-p} (x \cdot y)^p$, где $x, y \in P$; $[x_1, \dots, x_s]$ коммутатор элементов $x_1, \dots, x_s$.

По определению Хобби p -группа P называется p -абелевой, если для любых двух элементов x и y имеет место равенства $(x \cdot y)^p = x^p \cdot y^p$. Нетрудно заметить, что p -группа P тогда и только тогда будет p -абелевой, если $\theta(P) = 1$.

Лемма 1. Любой коммутатор вида $[y^p, x]$ имеет вид

$$[y^p, x] = s g_4,$$

где $s \in K^{(1)}$, а $g_4 \in \Gamma_4(P)$

Доказательство

$$[y^p, x] = y^{-p} x^{-1} y^p x = y^{-p} (x^{-1} y x)^p = y^{-p} \{y \cdot [y, x]\}^p = (y, [y, x]). \quad (*)$$

Пусть $[y, x] = u$, вычислим $(y \cdot u)^p$

$$(yu)^2 = yu \cdot yu = y^2 u \cdot [u, y] u = y^2 u^2 [u, y] g_4 \quad (**)$$

$$(y \cdot u)^3 = y^2 u^2 [u, y] g_4 \cdot yu = y^2 u^2 yu [u, y] g_4$$

так как $[u, y] g_3 \in \Gamma_3(P)$, а следовательно $[u, y] \cdot g_4, yu \in \Gamma_4(P)$.

Для простоты различные элементы группы $\Gamma_4(P)$ мы будем обозначать одной и той же буквой g_4 . Нам существенно констатировать, что данный элемент принадлежит группе $\Gamma_4(P)$. Таким образом

$$(yu)^3 = y^2 u^2 yu [u, y] g_4 = y^3 u^2 [u^2, y] y [u, y] g_4 =$$

$$= y^3 u^3 [u^2, y] g_4 [u, y] g_4 = y^3 u^3 [u^2, y] \cdot [u, y] g_4. \quad (1)$$

Докажем справедливость равенства

$$[u^n, y] = [u, y]^n g_4. \quad (2)$$

Это равенство справедливо, очевидно, при $n = 1$.

Пусть оно верно при $n - 1$, то есть

$$[u^{n-1}, y] = [u, y]^{n-1} g_4,$$

тогда

$$\begin{aligned} [u^n, y] &= [u, y]^{u^{n-1}} [u^{n-1}, y] = \\ &= u^{-(n-1)} [u, y] u^{n-1} \cdot [u, y]^{n-1} g_4 = [u, y] g_4 \cdot [u, y]^{n-1} g_4 = [u, y]^n g_4. \end{aligned}$$

Таким образом доказана справедливость равенства (2) для любого целого положительного числа n . Применяя это равенство из (1) получаем:

$$(yu)^3 = y^3 u^3 [u, y]^2 g_4 [u, y] g_4 = y^3 u^3 [u, y]^3 g_4. \quad (3)$$

Докажем справедливость следующих формул:

$$(yu)^{2n} = y^{2n} u^{2n} [u, y]^{(2n-1)n} g_4 \quad (4)$$

$$(yu)^{2n+1} = y^{2n+1} u^{2n+1} [u, y]^{(2n+1)n} g_4. \quad (5)$$

Справедливость этих равенств при $n=1$ нами уже доказана, это формулы (**) и (3). Таким образом мы можем применить метод математической индукции. Но нетрудно видеть, что из равенства (4) вытекает равенство (5) и наоборот.

Действительно

$$\begin{aligned} (yu)^{2n+1} &= (yu)^{2n} \cdot yu = y^{2n} \cdot u^{2n} \cdot [u, y]^{(2n-1)n} \cdot g_4 \cdot yu = \\ &= y^{2n} \cdot u^{2n} \cdot yu [u, y]^{(2n-1)n} \cdot g_4 = y^{2n+1} \cdot u^{2n} \cdot [u^{2n}, y] u \cdot [u, y]^{(2n-1)n} \cdot g_4 = \\ &= y^{2n+1} \cdot u^{2n+1} \cdot [u^{2n}, y] g_4 [u, y]^{(2n-1)n} \cdot g_4 = \\ &= y^{2n+1} \cdot u^{2n+1} \cdot [u, y]^{2n} \cdot [u, y]^{(2n-1)n} \cdot g_4 = \\ &= y^{2n+1} \cdot u^{2n+1} \cdot [u, y]^{(2n+1)n} \cdot g_4. \end{aligned}$$

Аналогично, из равенства $(yu)^{2n-1} = y^{2n-1} \cdot u^{2n-1} \cdot [u, y]^{(2n-1)(n-1)} g_4$ можно получить равенство (4). Таким образом справедливость равенств (4), (5) доказаны. При $2n + 1 = p$, получаем

$$(y u)^p = y^p u^p [u, y]^{\frac{p(p-1)}{2}} g_4,$$

т. е.

$$(y, u) = (y, [y, x]) = [u, y]^{\frac{p(p-1)}{2}} \cdot g_4.$$

Поэтому подставляя это значение в (*) получим

$$\begin{aligned} [y^p, x] &= [y, x]^p [u, y]^{\frac{p(p-1)}{2}} \cdot g_4 \quad \text{или} \\ [y^p, x] &= s \cdot g_4 \quad \text{где } s \in K^{(1)}, \text{ а } g_4 \in \Gamma_4(P). \end{aligned}$$

Что и требовалось доказать.

Следствие 1. Пусть $u \in P^{(1)}$. Любой коммутатор вида $[u, x]$ имеет вид:

$$[u, x] = sg_4,$$

где $s \in K^{(1)}$, а $g_4 \in \Gamma_4(P)$.

Доказательство. Так как $u \in P^{(1)}$, то

$$u = y_1^p \cdot y_2^p \cdots y_s^p.$$

Таким образом нужно доказать, что

$$[u, x] = [y_1^p \cdot y_2^p \cdots y_s^p, x] = sg_4.$$

Как мы доказали (лемма 1) справедливо это равенство при $n=1$. Следовательно, можно применить метод математической индукции. Пусть справедливо равенство

$$[y_1^p \cdot y_2^p \cdots y_{s-1}^p, x] = s_1 \cdot g_4.$$

Тогда

$$\begin{aligned} [y_1^p \cdot y_2^p \cdots y_{s-1}^p \cdot y_s^p, x] &= [y_1^p \cdot y_2^p \cdots y_{s-1}^p, x]^{y_s^p} \cdot [y_s^p, x] = \\ &= (s_1 \cdot g_4)^{y_s^p} \cdot s_2 \cdot g_4 = y_s^{-p} s_1 y_s^p \cdot y_s^{-p} g_4 y_s^p \cdot s_2 g_4 = s \cdot g_4, \end{aligned}$$

так как подгруппы $K^{(1)}$ и $\Gamma_4(P)$ инвариантны. Что требовалось доказать.

Следствие 2. Пусть $K \subseteq P^{(1)}$ и $K^{(1)} = 1$, тогда $\Gamma_3(P) = 1$.

Доказательство. Так как $K \subseteq P^{(1)}$, то каждый коммутатор вида $[u, y]$, где $u \in K$ имеет вид:

$$[u, x] = s \cdot g_4$$

где

$$s \in K^{(1)}, \text{ а } g_4 \in \Gamma_4(P). \text{ Но } K^{(1)} = 1.$$

Таким образом $\Gamma_3(P) \subseteq \Gamma_4(P)$. Так как группа нильпотентна, то из последнего включения вытекает $\Gamma_3(P) = 1$.

Лемма 2. Если P нильпотентная p -группа, то

$$\Phi(P) = P^{(1)}K.$$

Доказательство. Включение $P^{(1)}K \subseteq \Phi(P)$ верно ((²) следствие 10.3.2. стр. 176). Докажем обратное включение $\Phi(P) \subseteq P^{(1)}K$. Из включения $P^{(1)}K \subseteq \Phi(P)$ следует, что фактор-группа $P/\Phi(P)$ абелева с элементами кроме единицы имеющими порядок p . По первой теореме Прюфера ((³), стр. 156) фактор-группа $P/\Phi(P)$ — разложима в прямое произведение циклических групп. Пусть M — множество представителей смежных классов базиса абелевой группы $P/\Phi(P)$, тогда, очевидно, множество M служит минимальным базисом группы P в том смысле, что любое собственное подмножество множества M уже не может порождать всю группу P .

Пусть x — произвольный элемент группы $\Phi(P)$. Элемент x имеет представление

$$x = x_p \cdot x_q \cdots x_r, \quad (6)$$

где элементы $x_p, x_q, \dots, x_r$ принадлежат множеству M . Пусть в

множестве элементов $x_p, x_q, \dots, x_r$ входят следующие различные элементы $x_1, x_2, \dots, x_k$. Тогда упорядочивая выражение (6) приведем его к виду

$$x = x_1^{\alpha_1} \cdot x_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot x_k^{\alpha_k} \cdot s, \quad (7)$$

где $s' \in K$.

Если вычет α_i по модулю p обозначить через β_i , то путем дальнейших очевидных преобразований можно выражение (7) представить в форме

$$x = (x_1^{\beta_1} \cdot x_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot x_k^{\beta_k}) \cdot (x_1^{1 \cdot p} \cdot x_2^{1 \cdot p} \cdot \dots \cdot x_k^{1 \cdot p}) \cdot s',$$

где $s' \in K$.

Но последний элемент принадлежит, очевидно, подгруппе Фраттини группы P тогда и только тогда, когда $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$, то есть когда X имеет вид:

$$x = x_1^{1 \cdot p} \cdot x_2^{1 \cdot p} \cdot \dots \cdot x_k^{1 \cdot p} \cdot s', \text{ где } s' \in K.$$

Таким образом $x \in M^{(1)}K$ и тем более $x \in P^{(1)}K$, что и требовалось доказать.

Теорема. Пусть P — нильпотентная p -группа. Тогда если $P^{(1)} = \Phi(P)$, то $K_n^{(1)} = \Phi(K_n)$.

Доказательство. Пусть P — p -группа минимального класса нильпотентности l для которого выполняется условие $P^{(1)} = \Phi(P)$, но существует такое $n \geq 1$, что $K_n^{(1)} \neq \Phi(K_n)$, но $K^{(1)} \neq \Phi(K)$, так как если было бы $K^{(1)} = \Phi(K)$, то отсюда следовало бы (ввиду того, что K — p -группа класса нильпотентности меньше, чем l), что $K_n^{(1)} = \Phi(K_n)$ при $n = 1, 2, 3$, что не верно. Таким образом $K^{(1)} \neq \Phi(K)$. Докажем, что $K^{(1)} = 1$. Пусть $K^{(1)} \neq 1$. Рассмотрим группу $H = P/K^{(1)}$. Докажем, что группа H удовлетворяет следующим условиям:

1. H — группа нильпотентности меньше чем l .
2. $H^{(1)} = \Phi(H)$,
3. $K^{(1)}(H) = 1$.

1. Так как P группа нильпотентности l , то для любых $l+1$ элементов $x_1, x_2, \dots, x_l, x_{l+1}$, коммутатор $[x_1, x_2, \dots, x_l, x_{l+1}] = 1$. Нам нужно доказать, что коммутаторы вида $[x_1, x_2, \dots, x_l]$ принадлежат подгруппе $K^{(1)}$ откуда будет следовать, что $[\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_l] = 1$, где $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_l$ образы элементов $x_1, x_2, \dots, x_l$ при гомоморфизме $P \rightarrow H = P/K^{(1)}$, а из последнего равенства будет следовать, что подгруппа H — группа нильпотентности меньше чем l . Так как $K \subseteq P^{(1)}$, то на основании леммы 1 имеем

$$[x_1, x_2, x_3] = [[x_1, x_2], x_3] = sg_1,$$

где

$$s \in K^{(1)}, \text{ а } g_1 \in \Gamma_1(P).$$

Пусть

$$[x_1, x_2, \dots, x_{l-1}] = sg_l,$$

где

$$s \in K^{(1)}, \text{ а } g_l \in \Gamma_l(P).$$

тогда

$$|x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, x_i| = ||x_1, x_2, \dots, x_{i-1}|, x_i| = |sg_i, x_i| = \\ = |s, x_i|^{g_i} |g_i, x_i| = g_i^{-1} |s, x_i| g_i \cdot g_{i+1}, \text{ но } |s, x_i| = s^{-1} x_i^{-1} s x_i = \bar{s}, \\ \text{ибо}$$

$$x_i^{-1} s x_i \in K^{(1)}$$

ввиду инвариантности $K^{(1)}$, по той же причине

$$g_i^{-1} |s, x_i| g_i = g_i^{-1} \bar{s} g_i \in K^{(1)}.$$

Таким образом коммутатор $|x_1, x_2, \dots, x_i|$ при любом целом i имеет вид

$$|x_1, x_2, \dots, x_i| = s g_{i+1},$$

где

$$s \in K^{(1)}, \text{ а } g_{i+1} \in \Gamma_{i+1}(P)$$

положив $i = l$, получим

$$|x_1, x_2, \dots, x_l| = s, \text{ так как } g_{l+1} = 1.$$

Таким образом утверждение 1 доказано.

2. Для доказательства равенства $H^{(1)} = \Phi(H)$, на основании леммы 2, достаточно установить, что $K(H) \subseteq H^{(1)}$. Пусть h_1 и h_2 любые два элемента группы H . Имеем

$$[h_1, h_2] = [x_1, x_2] \cdot K^{(1)}(P),$$

так как

$$[x_1, x_2] \in P^{(1)}, \text{ то } [x_1, x_2] K^{(1)}(P) \in H^{(1)},$$

то есть

$$[h_1, h_2] \in H^{(1)}$$

следовательно, $K(H) \subseteq H^{(1)}$, что требовалось доказать.

3. Докажем, что $K^{(1)}(H) = 1$. Любой элемент $y \in K(H)$ имеет вид $\bar{y} = y K^{(1)}(P)$, где $y \in K(P)$, а следовательно, $\bar{y}^p = y^p K^{(1)}(P) = K^{(1)}(P)$, таким образом $K^{(1)}(H) = 1$.

Из свойств 1, 2, 3, ввиду выбора группы P вытекает

$$1 = K^{(1)}(H) = \Phi(K(H)).$$

Поэтому

$$1 = \Phi(K(H)) = \Phi\left(\frac{K(P)}{K^{(1)}(P)}\right) = \frac{\Phi(K(P)) \cdot K^{(1)}(P)}{K^{(1)}(P)}$$

так, что $K^{(1)}(P) \supseteq \Phi(K(P))$, а следовательно, $K^{(1)}(P) = \Phi(K(P))$, что противоречит нашему предположению. Таким образом $K^{(1)}(P) = 1$. При выполнении последнего равенства из следствия 2 вытекает $\Gamma_3(P) = 1$, т. е. $K(P)$ — абелева группа, а следовательно $K^{(1)}(P) = \Phi(K(P))$, что опять противоречит условию, $K^{(1)}(P) \neq \Phi(K(P))$. Теорема доказана.

УКП РИИЖТ

Նիկայոտենտ p -խմբերի մի հատկության մասին

2. Հորրի (3) աշխատանքում վերջավոր p -խմբերի համար ստացված է հետևյալ արդյունքները:

Եթե $P^{(1)} = \Phi(P)$, ապա $K_n^{(1)} = \Phi(K_n)$, որտեղ K_n -ը P -խմբի n -րդ կոմուտանտն է, $K_n^{(1)}$ -ը K_n -ի այն ենթախումբն է, որն առաջացել է x^p տեսքի բոլոր էլեմենտներից,

որտեղ $x \in K_n$ (n -ը ցանկացած ամբողջ դրական թիվ է):

Տվյալ աշխատանքում առաջին և երկրորդ լեմմաների հիման վրա ապացուցվում է վերոհիշյալ սնդման արդարացիությունը ցանկացած նիկայոտենտ p -խմբերի համար:

Իր հերթին առաջին լեմմայից բխում է Հորրի (3) հետևյալ արդյունքը:

Եթե $P^{(1)} = \Phi(P)$ և $K^{(1)} = 1$, ապա $I_3 = 1$, որտեղ I_3 -ը P -խմբի ստորին կենտրոնական շարքի երրորդ էլեմենտն է:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Ch. Hobby, A characteristic subgroup a p -group, „Pacif. J. Math“ 1960, 10, 3, p. 853—858. ² М. Холл. Теория групп, Изд. ин. лит., 1963. ³ А. Г. Курат, Теория групп, изд. 2, Гостехиздат, 1953.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

С. С. Дарбинян

Об одном дополнительном резерве сопротивляемости
 сооружений сейсмическим воздействиям

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 25/II 1966)

Теоретический анализ поведения сооружений при сильных землетрясениях показывает, что попытка трактовки сооружений, как упругих систем, не позволяет дать исчерпывающее объяснение многим явлениям повреждения и разрушения сооружений.

Здесь мы остановимся на одном из факторов, учет которого может привести, в некоторых случаях, к существенному увеличению сопротивляемости сооружения сейсмическим воздействиям.

Дело в том, что при возникновении остаточных деформаций в виде трещин, разделяющих сооружение на блоки в процессе землетрясения, имеет место накопление дополнительной потенциальной энергии за счет подъема отдельных масс сооружения вверх и связанное с этим появление существенной нелинейности колебаний. Последующий переход этой энергии в кинетическую приводит к соударению отдельных блоков сооружения между собою и к превращению кинетической энергии в тепловую, то есть к рассеянию энергии.

Аналогичный эффект имеет место и при упруго-пластических деформациях, сопровождающихся смещением нейтральной линии в сжато-изогнутых стойках.

Явление это практически не учитывается при анализе поведения сооружения на сейсмические воздействия ввиду его сложности.

Этому вопросу посвящено лишь очень ограниченное количество работ (¹⁻³), наиболее существенной из которых является (³) рассматривающая упрощенную схему сооружения как свободно стоящего прямоугольного параллелепипеда под действием горизонтальных колебаний почвы.

Мы рассмотрим эту же задачу, но с учетом не только горизонтальных, но и вертикальных сейсмических колебаний, то есть в более широкой постановке, нежели это делалось до сих пор. Кроме того, в работе (³) рассматриваются колебания бруса, высота которого значительно превышает поперечные размеры. Мы отбросили и это ограничение.

Предположим, что свободно стоящий на фундаменте призматический недеформируемый брус находится под действием горизонтальных и вертикальных сейсмических сил (фиг. 1).

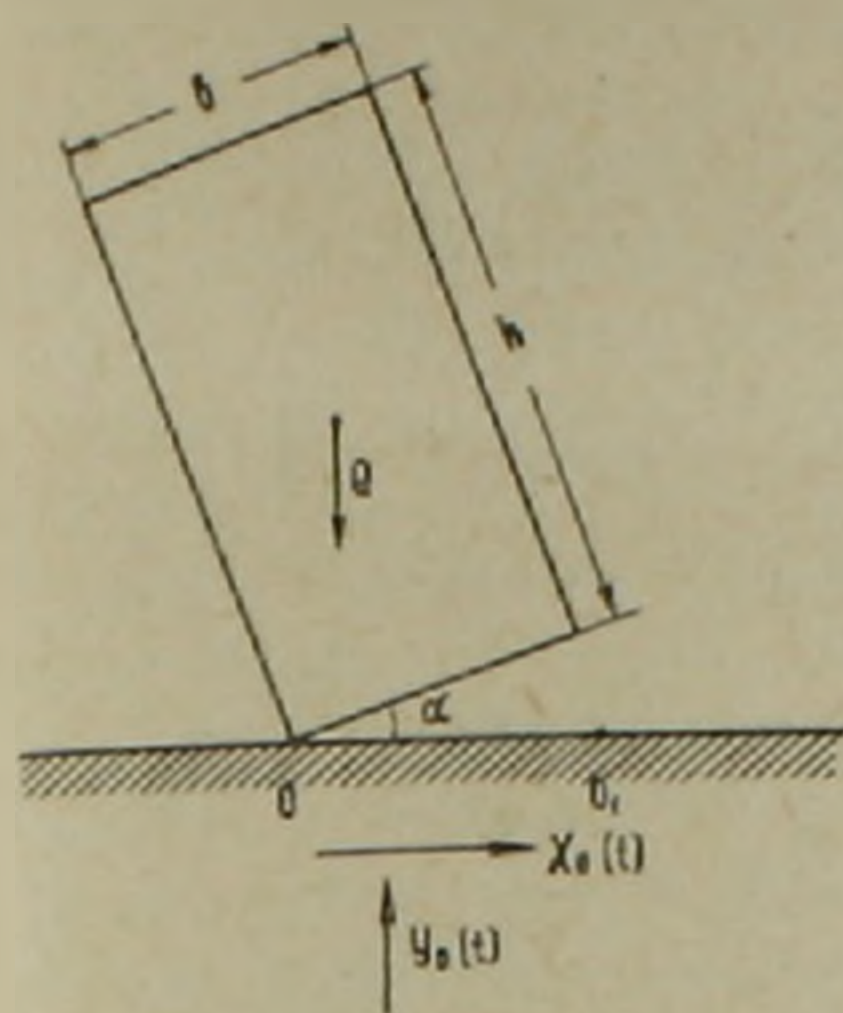


Рис. 1

Фиг. 1.

Горизонтальные и вертикальные смещения верхнего конца бруса связаны с углом α следующими выражениями:

$$x = -b(1 - \cos\alpha) - h\sin\alpha, \quad (1)$$

$$y = b\sin\alpha - h(1 - \cos\alpha).$$

Кинетическая и потенциальная энергии для данной системы соответственно вычисляются по следующим формулам:

$$T = \frac{Q}{2g} \left[\left(\frac{x'}{2} + x_0' \right)^2 + \left(\frac{y'}{2} + y_0' \right)^2 \right] + \frac{J}{2} \alpha'^2, \quad (2)$$

$$\Pi = Q \left(y_0 + \frac{y}{2} \right),$$

где J — момент инерции бруса относительно центра тяжести, Q — вес бруса.

В выражениях (2) x, y, x_0, y_0, α — являются функциями от времени t и штрихи означают производные по t .

Пользуясь (1), (2) и уравнением Лагранжа

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \alpha'} \right) - \frac{\partial T}{\partial \alpha} + \frac{\partial \Pi}{\partial \alpha} = 0,$$

получим дифференциальное уравнение движения в виде:

$$\left[\frac{Q}{4g} (b^2 + h^2) + J \right] \alpha'' + \frac{Q}{2g} [- (b\sin\alpha + h\cos\alpha) x_0' + (b\cos\alpha - h\sin\alpha)(y_0' + g)] = 0$$

или окончательно:

$$A\alpha'' - (b\sin\alpha + h\cos\alpha) x_0' + (b\cos\alpha - h\sin\alpha)(y_0' + g) = 0, \quad (3)$$

где:

$$A = \frac{1}{2} (b^2 + h^2) + \frac{2gJ}{Q} = \frac{2}{3} (b^2 + h^2).$$

Уравнение (3) можно записать в более упрощенном виде, исходя из малости угла α . В этом случае $\sin\alpha \approx \alpha$, $\cos\alpha \approx 1$ и тогда (3) запишется следующим образом:

$$A\alpha'' - [bx_0' + h(y_0' + g)]\alpha - hx_0' + b(y_0' + g) = 0. \quad (4)$$

Таким образом, задача колебания рассматриваемого бруса приводится к интегрированию уравнения (4). Это уравнение является линей-

ным уравнением второго порядка с переменными коэффициентами, которое в общем виде можно представить в виде:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + f_1(t)x = f_2(t).$$

Из (4) видно, что если x весьма малая величина, то можно в первом приближении вторым членом левой части пренебречь.

Тогда (4) запишется следующим образом:

$$x'' = \frac{b}{A} \left(\frac{h}{b} x_0 - y_0 - g \right),$$

решением которого при нулевых начальных условиях будет:

$$x = \frac{b}{A} \left(\frac{h}{b} x_0 - y_0 - \frac{gt^2}{2} \right). \quad (5)$$

Если x очень малая величина и, следовательно, решение (5) выбрано достаточно точно, то для практически применяемых задач можно ограничиться этим решением.

Известно, что расчет сооружений с помощью реальных записей землетрясений связан с определенными трудностями из-за отсутствия акселерограмм, поэтому преимуществом решения (5), помимо простоты, является и то обстоятельство, что становится возможным использовать при расчете непосредственно сейсмограммы землетрясений.

Отметим, что во время колебания после максимального отклонения вокруг точки O брус возвращается в свое первоначальное положение (если не имеет место опрокидывание) и происходит удар по фундаменту. Тогда в зависимости от закона колебания почвы и коэффициента восстановления брус может качаться либо относительно точки O' , либо опять относительно точки O . В этих двух случаях движение описывается уравнением (4), но начальные условия меняются. Поэтому каждый раз следует учитывать условия сшивания угла поворота и скорости в моментах перехода от одного положения к другому.

Здесь возможен и третий случай, когда после возвращения в первоначальное положение движение прекращается. Это в основном может иметь место при свободных колебаниях, а также если коэффициент восстановления и значение возмущающей силы в момент удара являются малыми величинами.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

И. И. ԴԱՐԲԻՆՅԱՆ

Սեյսմիկ ազդեցությունների ենթարկվող կառուցվածքների դիմադրության մեկ լրացուցիչ պաշարի մասին

Հոդվածում ուսումնասիրվում է սեյսմիկ ազդեցության տակ գտնվող կառուցվածքների դիմադրողականության մեկ լրացուցիչ պաշարի հաշվառման հարցը:

Հեղբերի ձևով մնալուն դեֆորմացիաների առաջացման դեպքում կառուցվածքը բաժանվում է առանձին մասերի, որի հետևանքով տեղի է ունենում պոտենցիալ էներգիայի լրացուցիչ կուտակում և այդ պատճառով տատանումները դառնում են խիստ ոչ գծային: Այդ էներգիայի հետագա վերածվելը կինետիկ էներգիայի բերում է փոխհարվածի կառուցվածքի առանձին մասերի միջև և կինետիկ վերափոխմանը ջերմայինի, այսինքն էներգիայի ցրման:

Այս երևույթի հաշվառումը որոշ դեպքերում կարող է բերել կառուցվածքների մեջ առաջացող սեյսմիկ ուժերի զգալի փոքրացման, բայց մինչև այժմ այն չի ուսումնասիրված:

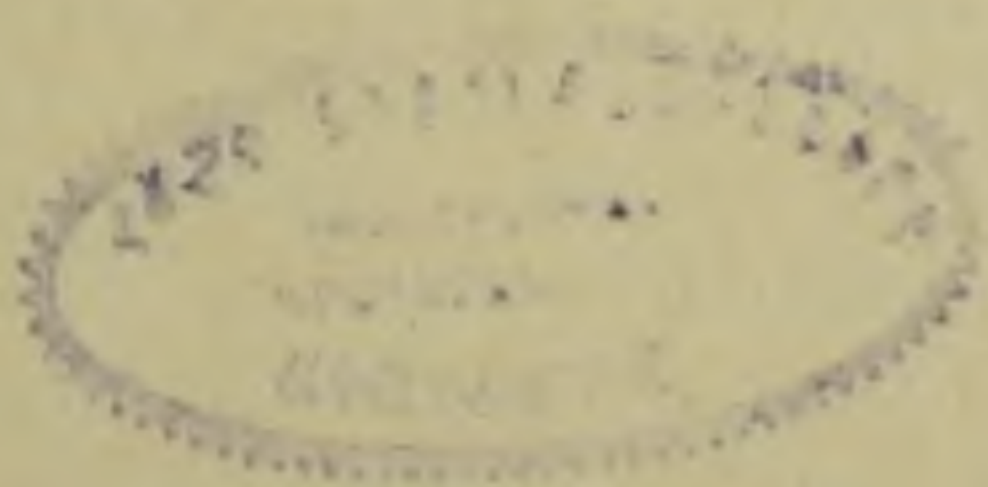
Հոդվածում բերվում է հարցի քննարկման մի քանի ընդհանուր դրույթներ, հետագայում այն անհրաժեշտ ուսումնասիրելու նպատակով: Քննարկվում է բացարձակ պինդ, ազատ հենված զուգահեռանիստի տատանումները հորիզոնական և ուղղահայաց սեյսմիկ ուժերի ազդեցության դեպքում (նկ. 1):

Ստացված է շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը (4) և մասնավորապես դիտարկված է շատ փոքր պտտման α անկյան դեպքը, որի համար տրվում է լուծումը առաջին մոտավորությամբ:

Ուղղահայաց ուղղությամբ սեյսմիկ ուժերի ազդեցության հաշվառման հարցը, որքան մեղ հայտնի է, դրվում է առաջին անգամ: Ստացված արդյունքներից, որպես մասնավոր դեպք կա-
րելի է ստանալ (3)-ի արդյունքները:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Ч Р Ա Կ Ո Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ Б. Б. Голицын, Избранные труды, т. II, изд. АН СССР, 1960. ² А. Г. Назаров, Метод инженерного анализа сейсмических сил, изд. АН АрмССР, Ереван, 1959.
³ E. W. Housner, The Behavior of Inverted Pendulum Structures during Earthquakes, Bulletin of The Seismological Society of America, February, 1963.



Г. М. Авакьянц, чл.-корр. АН Армянской ССР, И. Р. Альтман и А. В. Юровский

Измерение наносекундных времен жизни в «длинных» диодах

(Представлено 20/IV 1966)

Появление быстродействующих диодов требует соответствующей методики для определения их свойств. Конструирование таких приборов идет либо по пути создания эпитакс. структур, либо за счет использования материалов с малыми временами жизни носителей. Обычно диоды последнего типа относятся к числу так называемых «длинных» диодов, т. е. $L_p \ll d$ (L_p — диффузионная длина дырок, d — ширина базы).

В основном механизм перемещения заряда в большей части баз этих диодов дрейфовый. На основе рассмотрения токовых уравнений можно предложить две методики определения времен жизни неосновных носителей в последнего типа приборах:

$$J_p = e \mu_p p E, \quad (1)$$

$$\frac{i}{l} \frac{dJ_p}{dx} = - \frac{p}{\tau_p}. \quad (2)$$

Из (1) и (2) можно получить:

$$J_p(x) = J_p(0) \exp\left(-\frac{\tau_{\text{пролета}}}{\tau_p}\right), \quad (3)$$

где

$$\tau_{\text{пролета}} = \int_0^x \frac{dx}{\mu_p E(x)}.$$

В случае

$$\tau_{\text{пролета}}(d) > \tau_p \quad (3')$$

получим, что

$$J_p(d) < J_p(0).$$

Наши эксперименты показали, что (3') в исследуемых нами диодах выполнено.

Интегрирование уравнения непрерывности (2) в пределах от 0 до d с учетом (3') позволяет выразить τ_p через накопленный заряд дырок Q_p и ток дырок через p - n переход:

$$\tau_p = \frac{Q_p}{J_p(0)}. \quad (4)$$

При уровнях инжекции таких, что $\gamma_{p-n} = 1$, где γ_{p-n} - коэффициент инжекции, найдем:

$$\tau_p = \frac{Q_p}{J}. \quad (5)$$

Значит, методика должна основываться на определении полного дырочного заряда Q_p , накопленного в базе диода при протекании тока J . Конечно, в величину Q_p основной вклад дает область, примыкающая непосредственно к p - n переходу, в случае „длинного“ диода, где максимальное скопление заряда дырок, так что тут можно измерить τ_p как функцию прямого тока.

Другой метод основан на следующем очевидном факте. Если мы имеем систему, в которой осуществляется рекомбинация дырок с постоянной времени τ_p , и в нее инжектируется некоторый заряд дырок Q_p , то при условии, что во всем объеме τ_p постоянно, можно выразить зависимость заряда Q_p от времени в виде:

$$Q_p(t) = Q_p(0) e^{-t/\tau_p}. \quad (6)$$

Эта методика должна позволять измерять заряд Q_p в любой момент времени, следующий за концом импульса прямой инжекции. Метод аналогичен измерению времен жизни по спаду инфракрасной фотопроводимости, но измерение проводимости заменяется здесь измерением интегрального заряда Q_p как функции времени.

Время рекомбинации будет складываться здесь из поверхностного и объемного, но в случае наносекундных времен, как показывают наши измерения при разной обработке поверхности диодов, измеренное τ не менялось, определяясь только объемными свойствами материала.

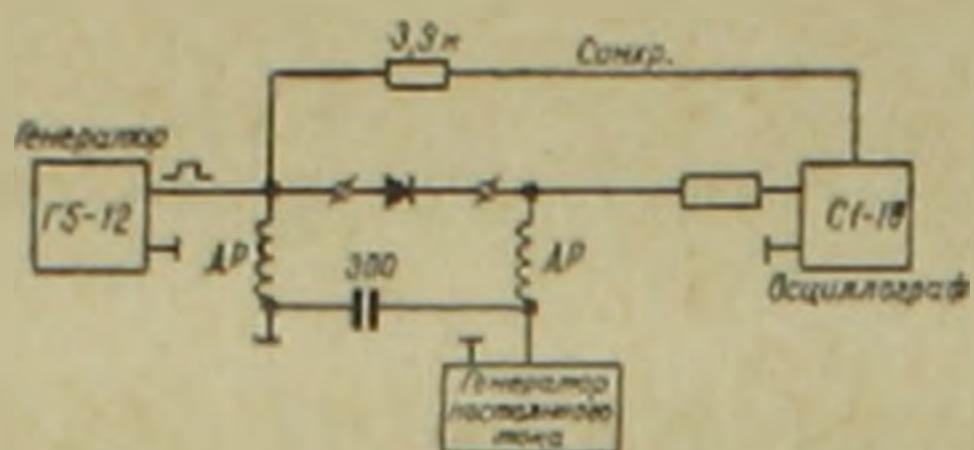
При измерениях величины Q путем экстракции накопленного заряда всегда определенный вклад дает емкостная составляющая разрядного тока, которую при измерениях на малых токах необходимо принимать во внимание (речь идет о емкости системы, запаасающей определенный заряд при смещении диода в прямом направлении).

Измерительная установка для определения величины накопленного в диоде заряда непосредственно в момент выключения прямого тока состояла из генератора тока, собранного на триодах П-201, генератора обратного напряжения Г5-12 и осциллографа С1-10—схема I (фиг. 1).

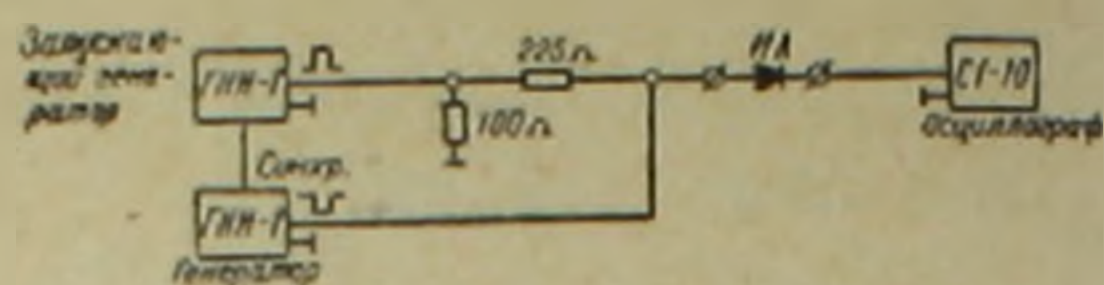
Схема 2 (фиг. 2) для снятия времени релаксации заряда в базе диода, состояла из генератора прямого напряжения и обратного напряжения с амплитудой до 75 в. В качестве генераторов использовались ГНИ-1 с фронтами $1,5 \div 3$ нсек. Величину задержки можно было плав-

но менять от нуля до 100 нсек и декадно по 100 нсек. Наблюдение производилось с помощью осциллографа С1-10.

Измерение величин зарядов производилось по увеличенным в масштабе осциллограммам.



Фиг. 1. Схема в установке для определения величины накопленного в диоде заряда.



Фиг. 2. Схема для снятия времени релаксации заряда в базе диода.

Используемые для измерения диоды имели собственную емкость конструкции 0,8—1,2 пф. при $U_{обр} \geq 1$ в из-за высокоомности базового материала и пробивные напряжения порядка 150—200 в. Диоды изготавливались из *n*-типа кремния, компенсированного золотом до удельных сопротивлений от нескольких до многих десятков килоом. см, что касается этого типа диодов, то время жизни дырок может быть рассчитано по формуле:

$$\tau_p = \frac{1,27 \cdot 10^8}{N_{Au-}} [\text{сек}], \quad (7)$$

где N_{Au-} — концентрация отрицательно заряженных атомов золота на уровне 0,54 эв.

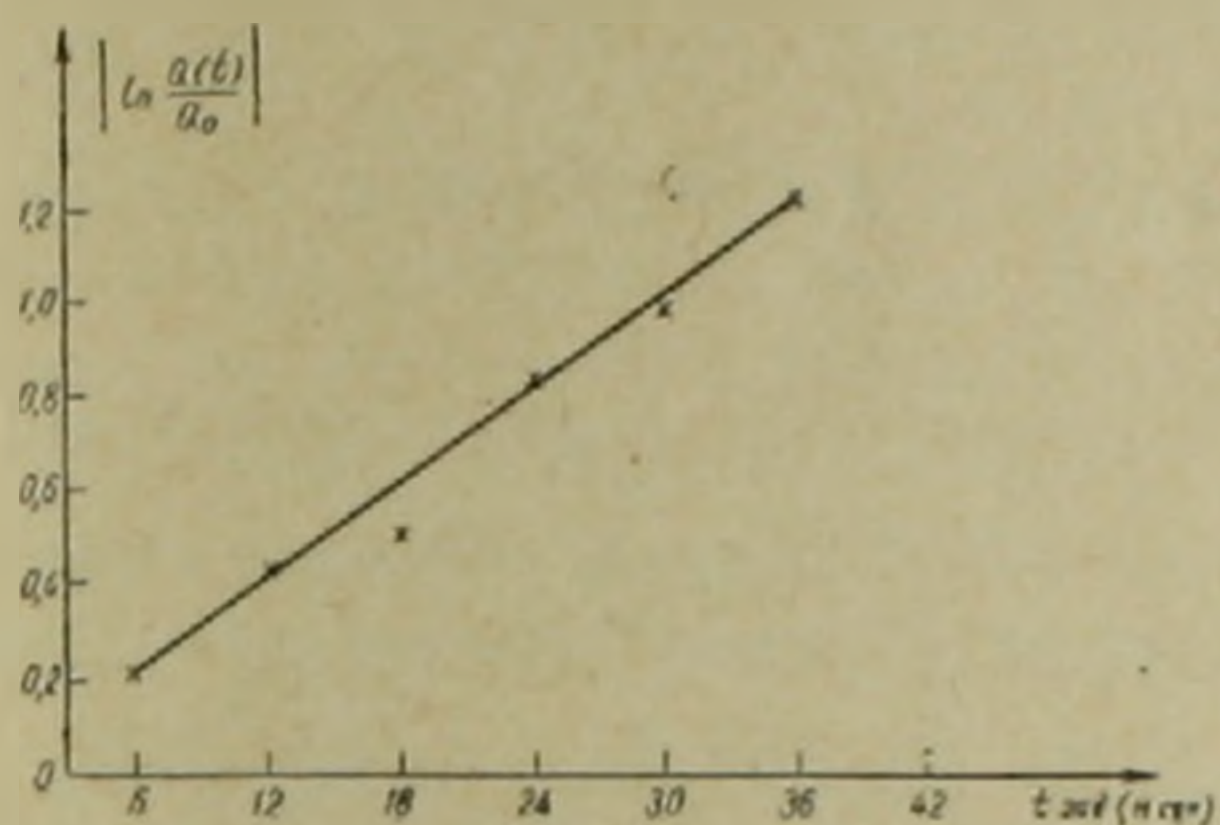
Эта величина определялась по условию компенсации: $N_{Au-} \approx N_0$ исходного материала.

Измеряемые величины заряда зависели от величины обратного напряжения и примерно при 50—60 в насыщались. За измеряемую величину мы выбирали величину заряда, соответствующую этому напряжению.

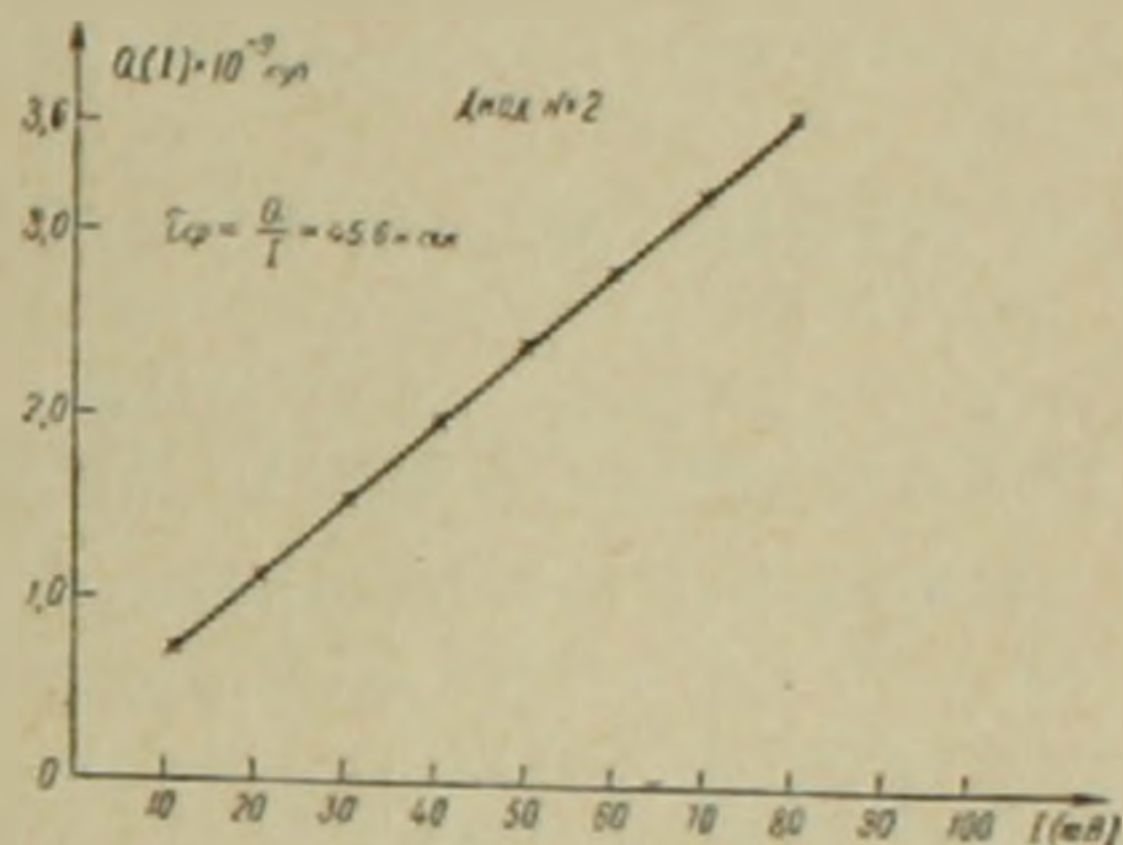
На фиг. 3 представлена зависимость $\left| \ln \frac{Q(t)}{Q(0)} \right|$ как функция времени задержки между концом импульса прямого тока и моментом включения обратного напряжения для диода, изготовленного из кремния *n*-типа с удельным сопротивлением 0,7 ÷ 0,9 ом. см, компенсированного золотом. Значение τ_p — порядка 30 нсек, что неплохо совпадает с расчетом по формуле (7) для выбранного исходного материала.

На фиг. 4 представлена зависимость $Q(0)$ как функция прямого тока для диода, изготовленного из материала с исходным удельным сопротивлением 2 ом. см, коопенсированного золотом. Значение τ_p равно 45,6 нсек. Точки хорошо ложатся на прямую линию, что говорит об отсутствии модуляции времени жизни неосновных носителей до тока 80 мА; площадь переходов была порядка 10^{-3} см². Нами предпринята попытка измерения $Q(0)$ в зависимости от величины прямого тока для диодов с отрицательным сопротивлением на кремнии *n*-типа, компенса-

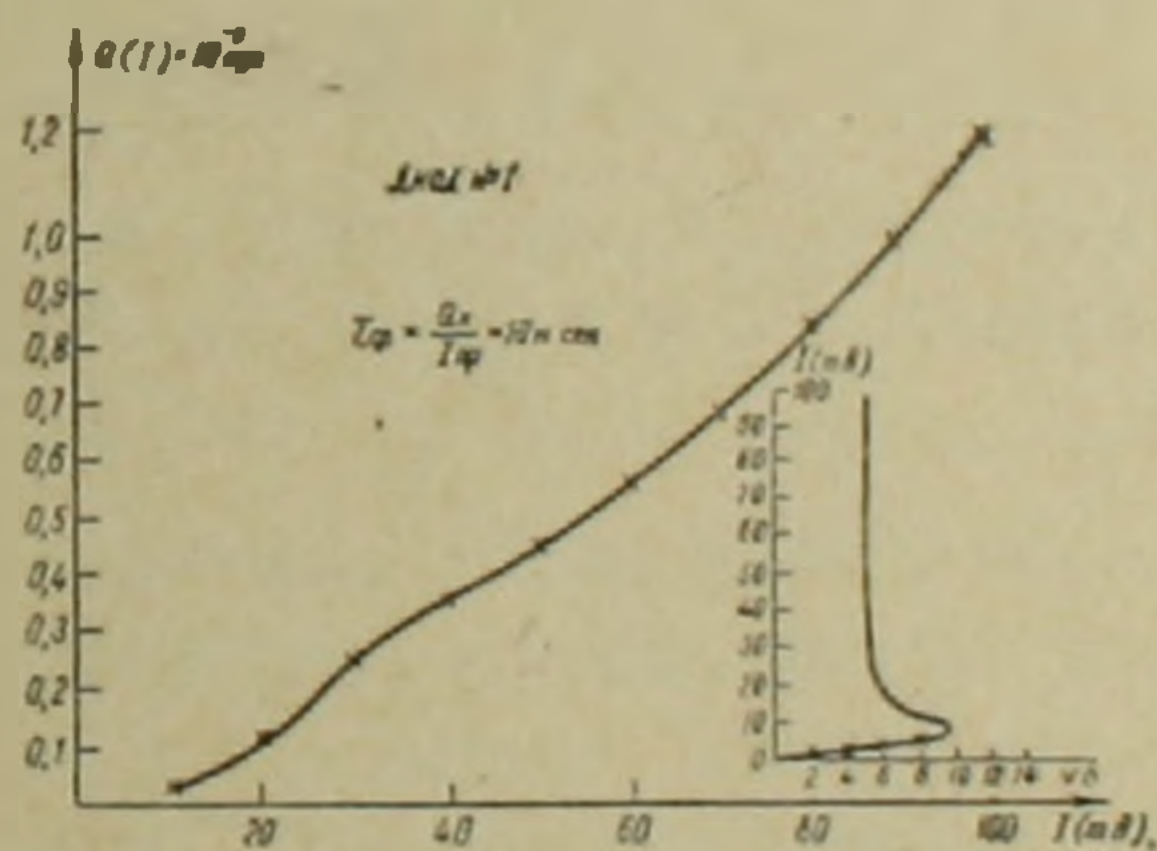
рованного золотом. Измеренные значения за вычетом емкостной составляющей показаны на фиг. 5 вместе с вольт-амперной характеристикой диода. К сожалению, метод определения заряда по осциллограммам допускает ошибку порядка 20—30% в сторону занижения измеряемой величины, так что можно говорить в данном случае о временах порядка 10—13 *нсек* для $\text{SiC}_{\text{исх}} = 0,4 \text{ ом см}$. Длительность рассасывания измерялась в пределах от двух до шести наносекунд. В результате можно говорить об изменении τ_p до полутора раз. Надо учесть, что измеряемое τ_p есть среднее по объему проводящего участка базы, так что не исключено увеличение τ_p до двух раз — это максимально возможное изменение τ_p в случае комнатной температуры, поскольку $\tau_{po} = 2\tau_{ro}$ (τ_{ro} и τ_{no} — сечение захвата дырок и электронов соответственно на уровне 0,54) — вблизи *p-i* перехода.



Фиг. 3. Зависимость $\left| \ln \frac{Q(t)}{Q(0)} \right|$ от времени задержки.



Фиг. 4. $Q(0)$ как функция прямого тока.



Фиг. 5. Вольт-амперная характеристика и $Q(0)$, как функция прямого тока.

Любопытно отметить, что методика измерения зависимости $Q(0)$ от тока для определения времен жизни дырок не требует учета детального распределения тока по сечению базы, так как в виду наличия шнуровых эффектов, что имеет место в случае кремниевого диода с отрицательным сопротивлением (будет опубликовано), периферия проводящего участка в случае сильной декомпенсации материала в месте протекания

ния тока может исказить измеряемую величину. Этим недостатком обладают все методы, основанные на измерении послепежекционных процессов в диодах.

Используемые методики позволяют измерить времена наносекундного диапазона. При наличии чувствительного высокочастотного индикатора методика может помочь разобраться в явлении отрицательного сопротивления в диодах из кремния, германия, Al , Ga и других материалов. Необходимо отметить, что после написания статьи нам стало известно о применении таких же методов измерений для других диодов ⁽²⁾.

Правда, из работы неясно, были ли исследуемые диоды «длинными».

Авторы благодарят А. А. Краснова, Л. С. Хавина за помощь в работе.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Գ. Մ. ԱՎԱԳՅԱՆՑ. Հայկական ՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Ի. Ռ. ԱՆՏԻԱՆ և Ա. Վ. ՅՈՒՐԴՈՎԻՉ

Նանովարկյանային կյանքի տևողության չափումները «երկար» դիոդներում

Նկարագրվում է նանովարկյանային կյանքի տևողության չափման մեթոդիկան «երկար» դիոդներում, որը հիմնված է դիոդի բազայում ուղիղ հոսանքի անցման ժամանակ ամբողջ խողովային լիցքի չափման վրա:

Բացի նշվածից առաջարկվում է կյանքի տևողության չափման մեթոդը, որը նման է ինֆրակարմիր ֆոտոհաղորդականության անկման չափումներին, սակայն, հաղորդականության չափումը փոխարինվում է լիցքի չափումով որպես ժամանակի ֆունկցիա:

Բերվում են ոսկիով կոմպենսացված կրեմնիումի դիոդներում կյանքի տևողությունը չափող սխեմաները և չափման արդյունքները:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Ю. Р. Носов. „Радиотехника и электроника“ № 12, 1964. ² C. F. Fell, W. A. Johnson, Effective Lifetime. A Figure of Merit for nanosecond Diodes (IEEE Trans. ED).

ФИЗИКА

Л. А. Ананова, Ф. Р. Арутюнян, Р. А. Оганесян и Ж. В. Петросян

Переходное излучение при наклонном прохождении
 электронов через пленки алюминия

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 20/IV 1966)

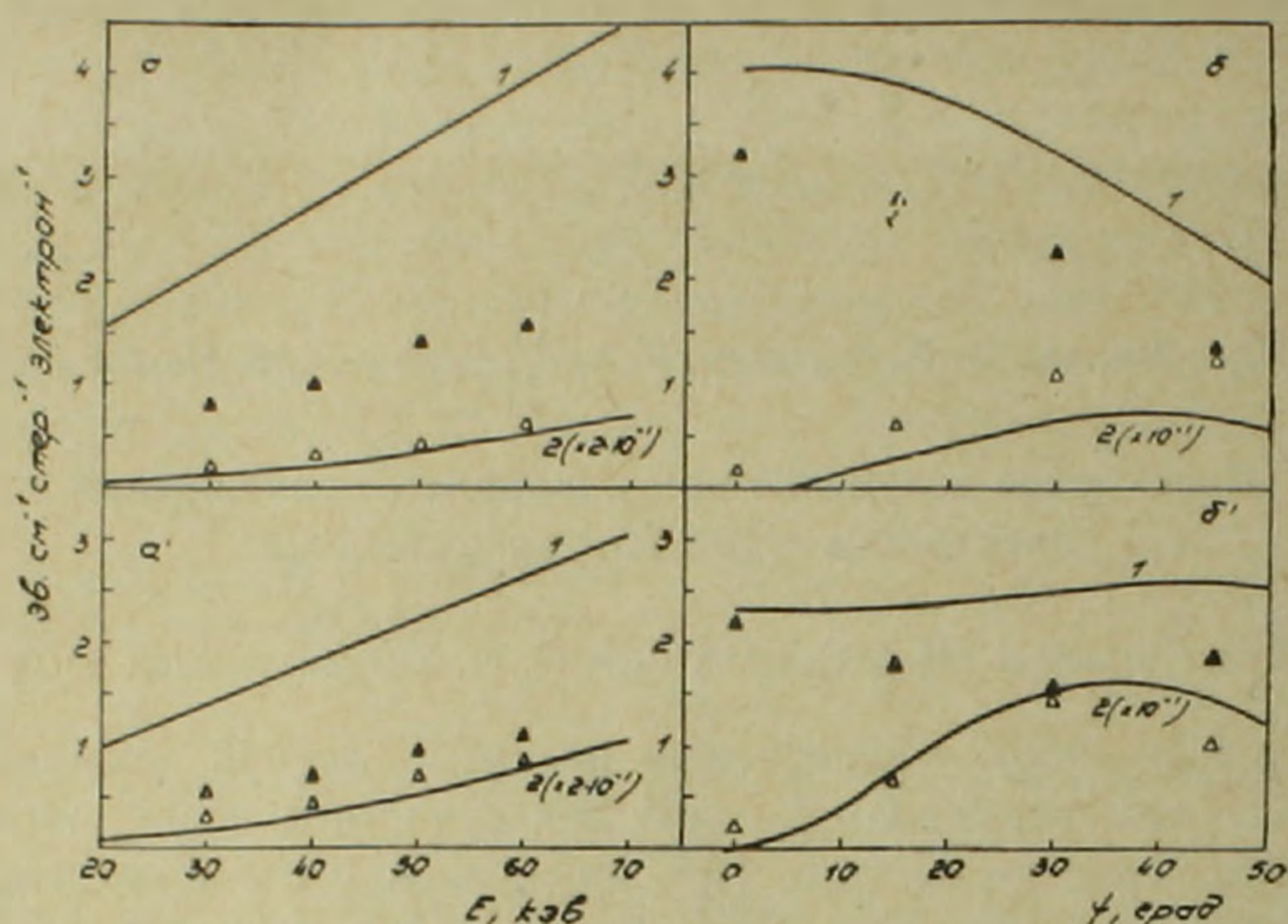
Общим и наиболее интересным является случай возникновения переходного излучения, когда заряженная частица падает на границу раздела двух сред под углом. При этом, наряду с составляющей излучения, поляризованной в плоскости нормали к поверхности пленки и направления наблюдения ($I_{||}$) возникает составляющая излучения, поляризованная в перпендикулярной плоскости ($I_{\perp}$).

Этот вопрос для случая одной границы раздела сред рассматривался в работе ⁽¹⁾, а для пластинки вещества — в ⁽²⁾. Поляризация излучения при наклонном падении заряженной частицы на границу раздела двух сред анализировалась в работе ⁽³⁾, где было показано, что она в общем случае является эллиптической. Единственный эксперимент по исследованию излучения для наклонного падения электронов на границу вакуум-серебро был недавно выполнен авторами работы ⁽⁴⁾.

В настоящей работе приводятся результаты по исследованию переходного излучения, возникающего при наклонном прохождении электронов с энергией до 60 кэВ через пленки алюминия толщиной от 124 Å до 329 Å. Исследования, выполненные нами ранее ⁽⁵⁾ для прямого прохождения электронов через пленки различных металлов (Al, Au, Ag) показали, что в случае тонких алюминиевых пленок, вследствие малого выхода тормозного излучения и отсутствия эффектов, связанных с рассеянием электронов, $I_{\perp}$ не наблюдается ⁽⁵⁾. Поэтому, исследования переходного излучения в случае наклонного падения были выполнены для алюминиевых пленок.

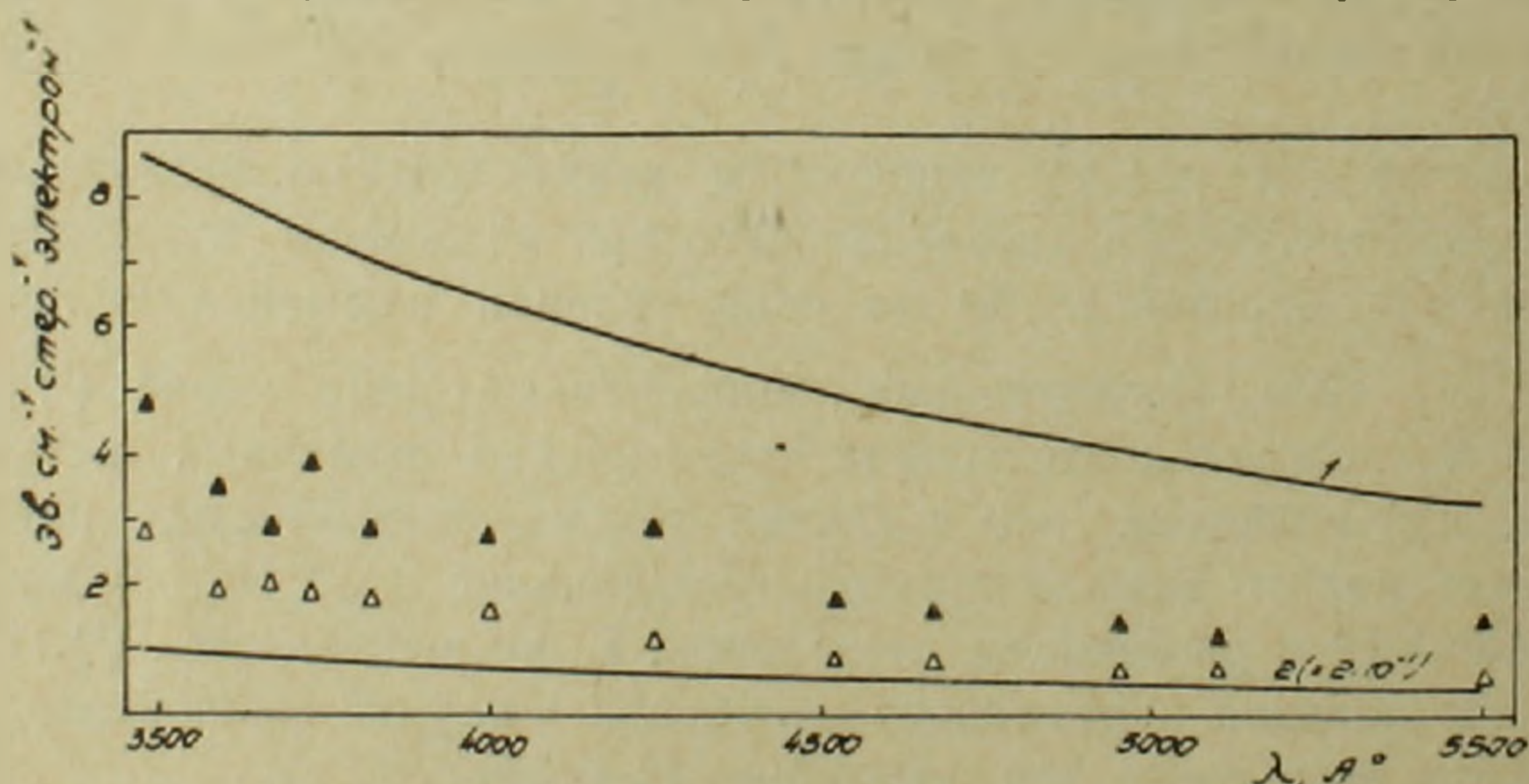
При ψ отличном от нуля (ψ — угол между нормалью к поверхности пленки и направлением движения начального электрона) появляется перпендикулярная составляющая излучения, величина которой растет с ростом ψ в области ψ от 0° до 45° (фиг. 1б и 1б'). Поляризация излучения в этом случае перестает быть линейной и плоскость, в

которой наблюдается максимальная интенсивность излучения уже не совпадает с плоскостью, содержащей нормаль к поверхности пленки и направление наблюдения.



Фиг. 1. Зависимости I_{11} и $I_{\perp}$ от энергии электронов ($\lambda = 4950 \text{ \AA}$, $d = 208 \text{ \AA}$, $\psi = 30^\circ$: a — $\theta = 50^\circ$; a' — $\theta = 30^\circ$) и угла влета ψ ($\lambda = 4670 \text{ \AA}$, $d = 124 \text{ \AA}$, $E = 60 \text{ кэв}$: b — $\theta = 60^\circ$; b' — $\theta = 30^\circ$) 1 — заполненные треугольники — I_{11} ; 2 — полые треугольники — $I_{\perp}$.

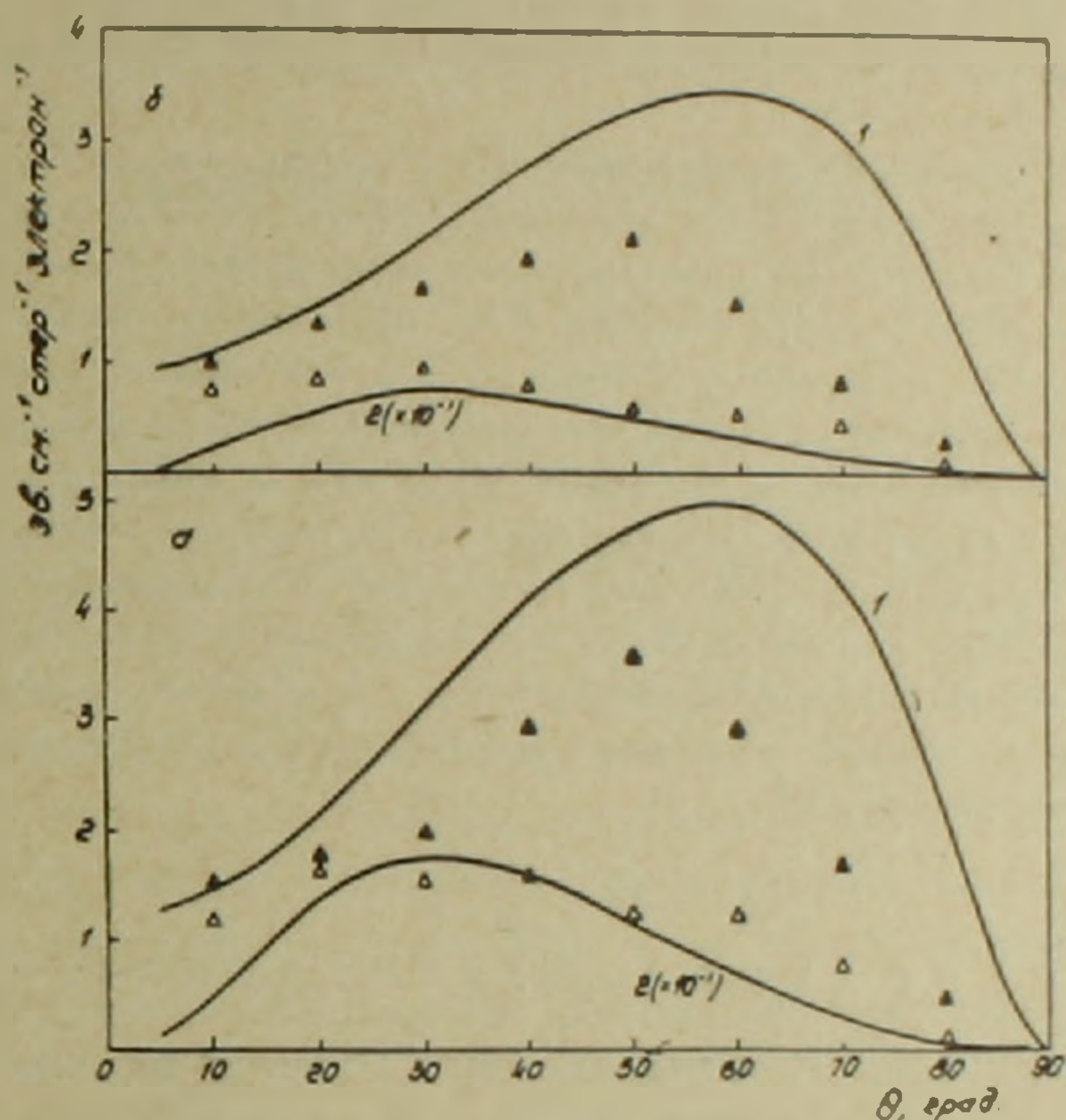
На фиг. 1б и 1б' приводятся также зависимости I_{11} от ψ . Экспериментальные данные, как и в случае $\psi = 0^\circ$ (5), приводятся уменьшенными в 1,65 раза и сравниваются с теоретическими кривыми, вычисленными по работе (3). Спектральные и угловые распределения



Фиг. 2. Спектральные распределения I_{11} и $I_{\perp}$. $d = 252 \text{ \AA}$; $E = 60 \text{ кэв}$; $\theta = 50^\circ$; $\psi = 30^\circ$; 1 — заполненные треугольники — I_{11} ; 2 — полые треугольники — $I_{\perp}$.

излучения (θ отсчитывается от направления движения электрона), также зависимости его интенсивности от энергии электронов приводят соответственно на фиг. 2, 3, 1а и 1а'.

Из всех данных следует, что $I_{\perp}$ по абсолютной величине наблюдается в среднем на порядок выше, а $I_{\parallel}$ примерно в два раза ниже, чем предсказывает теория; но в то же время, данные для обеих компонент излучения, показывают одинаковый с теорией ход кривых. Угловые распределения излучения, полученные для $\psi = 30^\circ$, также как и для случая $\psi = 0^\circ$ (⁵), смещены в область малых углов наблюдения. Интересно также отметить, что при различных углах наблюдения, распределения $I_{\parallel}$ и $I_{\perp}$ по θ заметно отличаются (фиг. 1б и 1б').



Фиг. 3. Угловые распределения $I_{\parallel}$ и $I_{\perp}$. $d = 329 \text{ \AA}$; $\lambda = 4670 \text{ \AA}$; $\psi = 30^\circ$; 1 — заполненные треугольники — $I_{\parallel}$; 2 — полые треугольники — $I_{\perp}$; а — $E = 60 \text{ кэв}$; б — $E = 40 \text{ кэв}$.

Расхождение эксперимента с теорией по абсолютной величине нельзя устранить вариациями значений оптических постоянных вокруг взятых за основу из работы (⁶), и, по-видимому, это расхождение связано с особой структурой алюминиевой пленки. В самом деле, ряд исследований (⁷) показывает, что тонкие пленки из металлов с низкой температурой плавления имеют крупно-кристаллическую структуру. Отсутствие теории переходного излучения в случае наклонного падения частицы на кристалл лишает нас возможности сделать соответствующее сравнение эксперимента с теорией.

Физический институт
Объединенная радиационная лаборатория
Академии наук Армянской ССР
и Ереванского государственного университета

Անցումային ճառագայթումը ալյումինի քաղաճներին միջով էլեկտրոնների քեֆ անցման դեպքում

Անցումային ճառագայթման առաջացման ամենարեզանուր և հետաքրքիր դեպքը հանդիսանում է լիցքավորված մասնիկի թեք անցումը երկու տարրեր միջավայրերի սահմանով: Այս դեպքում ասիմանին ուղղահայացով և դիտման ուղղությամբ կառուցված հարթության մեջ բևեռացած ճառագայթման բաղադրիչից ($I_{||}$) բացի, առաջացնում է նաև նշված հարթությանը ուղղահայաց հարթությունում բևեռացած ճառագայթման նոր բաղադրիչ ($I_{\perp}$): Այս հարցի հետադիտմանը նվիրված են տեսական մի շարք աշխատանքներ: Վերջերս կատարված է էքսպերիմենտալ մեկ աշխատանք, որտեղ ուսումնասիրված է էլեկտրոնների դատարկության — արժաթ սահմանի վրա թեք անկման դեպքը:

Ներկա հոդվածում բերվում են դատարկության մեջ տեղավորված ալյումինի քաղաճ թաղանթների (124 — 329 Å միջով մինչև 60 կէՎ էներգիայի էլեկտրոնների թեք անցումով պայմանավորված անցումային ճառագայթման ուսումնասիրման արդյունքները: Ուսումնասիրված է ճառագայթման բաղադրիչների ($I_{||}$, $I_{\perp}$) ինտենսիվության անկյունային, սպեկտրալ քաշխումները, ինտենսիվության կախումը էլեկտրոնների էներգիայից և նրանց անկման անկյունից: էքսպերիմենտալ արդյունքները տեսական տվյալների հետ համեմատելուց հետևում է, որ ինտենսիվության բացարձակ արժեքը ճառագայթման $I_{\perp}$ բաղադրիչի համար մոտ 10 անգամ բարձր է, իսկ $I_{||}$ բաղադրիչի համար մոտ 2 անգամ ցածր սպասվող տեսական արժեքներից: Միևնույն ժամանակ ճառագայթման երկու բաղադրիչները ցույց են տալիս տեսության հետ համընկնող կորերի ընթացքը: էքսպերիմենտալ տվյալների բացարձակ մեծության տարամիտումը տեսության նկատմամբ, չի բացատրվում ալյումինի թաղանթների օպտիկական հաստատուների արժեքների վարիացիայով: Ունի թվում է, որ նշված տարամիտումը կարող է պայմանավորված լինել ալյումինի քաղաճ թաղանթների բյուրեղային կառուցվածքով:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Ц и т и р у е м ы

- ¹ 1. Н. А. Корхмазян, „Известия АН АрмССР“ (серия физ.-мат.) 15, 115 (1962).
- ² 2. В. А. Енгибарян, Б. В. Хачатрян, „Известия АН АрмССР“ II (серия физ.-мат.), 1, 11 (1966).
- ³ 3. В. Е. Пафолов, О поляризации переходного излучения, Препринт ФИАН СССР А—72, 1964.
- ⁴ 4. Г. Берш П. Добберштейн, Д. Фритч, Г. Соурбрей, Z. fur Physik, 187, 97 1965.
- ⁵ 5. Ф. Р. Арутюнян, Ж. В. Петросян, Р. А. Оганесян, ЖЭТФ, письма в редакцию 3, 193, 1966.
- ⁶ 6. Г. Гесс, Ж. Е. Вайлонис, J. Opt. Soc. Am. 51, 719, 1961.
- ⁷ 7. Г. В. Розенберг, Оптика тонкослойных покрытий, Физматгиз, М., 1958.

ФИЗИКА

М. Л. Тер-Микаелян, член-корреспондент АН Армянской ССР, и В. М. Арутюнян

Уравнения резонансной среды

(Представлено 4/V 1966)

Взаимодействие излучения с резонансной средой исследовалось с разных сторон многими авторами. Наиболее простые расчеты основаны на кинетических уравнениях (уравнения баланса). Теория, основанная на соотношениях энергетического баланса, предполагает независимость квантов между собой (пренебрегаются фазовые соотношения). Более точными являются квазиклассические уравнения, описывающие поле излучения с помощью уравнений Максвелла, а поведение атомов с помощью уравнения для матрицы плотности. Кроме пренебрежения спонтанными переходами в такой модели делаются определенные предположения относительно мультипольности перехода (как правило, учитываются лишь низшие мультиполи). В работе (1) развита теория прохождения электромагнитного излучения через резонансную среду без конкретных предположений относительно мультипольности перехода. В последнее время в целом ряде работ (2-4) кинетика процессов излучения и поглощения квантов резонансными двухуровневыми атомами исследовалась на основе точных уравнений квантовой электродинамики. Несмотря на привлекательность теории, основанной на квантовой электродинамике, имеются затруднения с постановкой задач с граничными условиями.

В настоящей работе с помощью усреднения операторных уравнений квантовой электродинамики получены точные квазиклассические уравнения резонансной среды. Мы будем исходить из гамильтониана для системы двухуровневых атомов и поля излучения (1).

$$H = \frac{\hbar\omega_0}{2} N_- + \sum_{\vec{k}} \hbar\omega_{\vec{k}} n_{\vec{k}} - \frac{1}{c} \sum_{\vec{k}} \vec{A}(\vec{k}) \vec{j}(-\vec{k}), \quad (1)$$

$$N_- = \sum_j \sigma_j^-, \quad n_{\vec{k}} = \sum_{\lambda} c_{\vec{k}\lambda}^+ c_{\vec{k}\lambda}, \quad (2)$$

$$\vec{A}(\vec{k}) = \left(\frac{2\pi\hbar c^2}{\omega_{\vec{k}}} \right)^{1/2} \sum_{\lambda} (c_{\vec{k}\lambda} \vec{e}_{\vec{k}\lambda} + c_{-\vec{k}\lambda}^+ \vec{e}_{-\vec{k}\lambda}^+), \quad (3)$$

$$j_z(\vec{k}) = V^{-1} \sum_{j, \beta} (\delta_{z\beta} - k_z k_\beta / k^2) (\sigma_+^j M_\beta^*(\vec{k}) + \sigma_-^j M_\beta(-\vec{k})) e^{-i\vec{k} \cdot \vec{x}_j} \quad (4)$$

В (1) первое и второе слагаемое — операторы энергии изолированных двухуровневых атомов и свободного поля излучения, а последнее слагаемое — энергия взаимодействия квантов с атомами; $\hbar\omega_0$ — разность энергии верхнего и нижнего уровня атома; $c_{k\lambda}$ и $c_{-k\lambda}^\dagger$ — операторы

соответственно поглощения и излучения фотона с импульсом $\hbar\vec{k}$ и поляризацией $\vec{e}_{\vec{k}}$; $\vec{x}_j$ — координата центра тяжести j -го атома;

$M(\vec{k})$ — матричный элемент перехода; $\sigma_{\pm}$ — операторы Паули. При написании (1) мы отбросили квадратичное по полю излучения взаимодействие, а также предположили, что матричный элемент перехода одинаков для всех атомов.

Для установления связи между векторным потенциалом и током перехода воспользуемся правилом дифференцирования операторов в квантовой механике. Уравнения, которым удовлетворяют эти операторы, имеют вид:

$$\ddot{A}_z(\vec{k}) + \omega_z^2 A_z(\vec{k}) = 4\pi c j_z(\vec{k}), \quad (5)$$

$$\dot{\sigma}_-^j = -i\omega_0 \sigma_-^j - i(c\hbar V^{-1/2})^{-1} \sum_{\vec{k}} A_z(\vec{k}) M_z^*(-\vec{k}) e^{i\vec{k} \cdot \vec{x}_j} \sigma_3^j, \quad (6)$$

$$\dot{\sigma}_3^j = 2i(c\hbar V^{-1/2})^{-1} \sum_{\vec{k}} A_z(\vec{k}) (\sigma_+^j M_z^*(-\vec{k}) - \sigma_-^j M_z(\vec{k})) e^{i\vec{k} \cdot \vec{x}_j}. \quad (7)$$

Для перехода к квазиклассическим уравнениям выберем бесконечно малый по сравнению с λ^3 (λ — длина волны) физический объем v , содержащий тем не менее много активных атомов. Суммирование по индексу атомов j мы заменим на интегрирование по координатам центров атомов, т. е. перейдем к непрерывному распределению атомов. Замена производится по формуле

$$\sum_j \varphi(\vec{x}_j) = \int n(\vec{x}) \varphi(\vec{x}) d\vec{x}, \quad (8)$$

где $n(\vec{x})$ — плотность активных атомов. Уравнения (6) и (7) записаны для отдельного j -го атома. Соответствующие уравнения для суммарного „макроскопического“ оператора $\sum_v \sigma_{\pm,3}^j$ получаются простым сум-

мированием уравнений для отдельных атомов, находящихся в бесконечно малом физическом объеме v . Теперь мы можем перейти к квазиклассическим уравнениям. Для этого уравнения (5–7) усредним по основному квантово-механическому состоянию. Это усреднение

сводится к замене всех операторов на обычные числа. Если ввести обозначения

$$\begin{aligned}\frac{1}{v} \langle \sum_v \sigma_-^j \rangle &= \rho(\vec{x}, t), \\ \frac{1}{v} \langle \sum_v \sigma_+^j \rangle &= \rho^*(\vec{x}, t), \\ \frac{1}{v} \langle \sum_v \sigma_3^j \rangle &= \Delta(\vec{x}, t),\end{aligned}\quad (9)$$

то уравнения (6) и (7) перепишутся в виде

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho(\vec{x}, t) + i\omega_0 \rho(\vec{x}, t) = -\frac{i}{c\hbar} \Delta(\vec{x}, t) M_z(i\vec{\nabla}) A_z(\vec{x}, t), \quad (10)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \Delta(\vec{x}, t) = \frac{2i}{c\hbar} \left\{ -\rho(\vec{x}, t) M_z(-i\vec{\nabla}) + \rho^*(\vec{x}, t) M_z(i\vec{\nabla}) \right\} A_z(\vec{x}, t). \quad (11)$$

Операторы $M_z(i\vec{\nabla})$ и $M_z(-i\vec{\nabla})$, зависящие от градиента $\vec{\nabla} = \partial/\partial \vec{x}$ действуют на векторный потенциал (в дипольном приближении M_z — постоянное число).

С целью получения уравнения для потенциала усредним уравнение (5) по основному состоянию и перепишем в следующем виде:

$$\begin{aligned}\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - c^2 \nabla^2 \right) A_z(\vec{x}, t) &= \frac{4\pi c}{V} \sum_{\vec{k}, \vec{\beta}, j} (\delta_{\alpha\beta} - k_\alpha k_\beta / k^2) \times \\ &\times (M_\beta(\vec{k}) \langle \sigma_+^j \rangle + M_\beta(-\vec{k}) \langle \sigma_-^j \rangle) \exp(i\vec{k}\vec{x} - i\vec{k}\vec{x}_j),\end{aligned}\quad (12)$$

Введем следующие обозначения

$$\begin{aligned}F_\alpha(\vec{k}) &= \sum_{\vec{\beta}} (\delta_{\alpha\beta} - k_\alpha k_\beta / k^2) M_\beta(+\vec{k}), \\ F_\alpha^*(-\vec{k}) &= \sum_{\vec{\beta}} (\delta_{\alpha\beta} - k_\alpha k_\beta / k^2) M_\beta(-\vec{k}).\end{aligned}\quad (13)$$

Заменяя в уравнении (12) суммирование по j интегрированием и используя формулы (8), (9), а также равенство

$$\sum_{\vec{k}} \exp(i\vec{k}\vec{x} - i\vec{k}\vec{x}') = V \delta(\vec{x} - \vec{x}')$$

имеем

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} A_z(\vec{x}, t) - c^2 \Delta A_z(\vec{x}, t) = 4\pi c [F_z(-i\vec{\nabla}) \rho^*(\vec{x}, t) + F_z^*(i\vec{\nabla}) \rho(\vec{x}, t)]. \quad (14)$$

Система уравнений (10), (11) и (14) является аналогом квазиклассических уравнений для резонансной среды. Как видно, квазиклассические уравнения имеют гораздо более сложный вид, чем обыч-

но используемые уравнения для резонансной среды в дипольном приближении и существенно зависят от мультипольности перехода. Однако для одной (усилитель) или двух (генератор) бегущих волн система уравнений может быть упрощена. Для примера рассмотрим прохождение волны через резонансную среду. Пусть волна распространяется вдоль оси x . Обозначим проекцию A на матричный элемент перехода через A . Для одной бегущей волны представим потенциал и ток в виде

$$\begin{aligned} A &= A_1(x, t) e^{i(kx - \omega t)} + \text{комп. сопр.} \\ \rho &= \rho_1(x, t) e^{i(kx - \omega t)} \end{aligned} \quad (15)$$

причем будем предполагать, что A_1 и ρ_1 суть медленно меняющиеся функции по сравнению с экспонентой. Усредняя, как обычно по быстрым осцилляциям и считая плотность атомов постоянной, найдем

$$\begin{aligned} \frac{\partial A_1}{\partial x} + \frac{1}{c} \frac{\partial A_1}{\partial t} &= \frac{2\pi i}{\omega} M(-k) \rho_1, \\ \frac{\partial \rho_1}{\partial t} + i(\omega_0 - \omega) \rho_1 &= -\frac{i}{c\hbar} M^*(-k) \Delta A_1, \\ \frac{\partial \Delta}{\partial t} &= \frac{2i}{c\hbar} [M^*(-k) A_1 \rho_1^* - M(-k) A_1^* \rho_1]. \end{aligned} \quad (16)$$

Система уравнений (16) совпадает с уравнениями для усилителя работы (¹). Можно аналогичным способом получить уравнения для одномерного генератора (см. (¹)).

Наше приближение, которое приводит к системе квазиклассических уравнений (10), (11) и (14), соответствует замене

$$\langle A_j \rangle = \langle A \rangle \langle j \rangle \quad (17)$$

поскольку операторы $j_{\pm}$ соответствуют операторам „тока перехода“. При этом, естественно, в полученных уравнениях отсутствуют эффекты спонтанного излучения.

Физический институт г. Ереван
Объединенная радиационная лаборатория
Академии наук Армянской ССР и Ереванского
государственного университета

Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻԺԱՅԵԼՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԴԱ ԲԳՐԱԿԻԳ-անդամ, և Վ. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ԹԵԼԳՐԱԴՆԱՍԱՅԻՆ ՄԻՋՎԱՅՐԻ ԲԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐ

Թեղոնանսային միջավայրի կվադրդասական հավասարումները ստանալու համար օգտագործվում է քվանտային էլեկտրադինամիկայի ապարատը: Օպերատորային հավասարումները միջինացվում են ըստ անսահման փոքր ֆիզիկական ծավալի, որը դեռևս պարունակում է մեծ քանակությամբ ատոմներ:

Ստացված կվադրդասական հավասարումներն ունեն ավելի բարդ տեսք, քան սովորաբար օգտագործվող հավասարումները, սակայն նրանք ճիշտ են բոլոր անցումների համար, այլ ոչ միայն դիպոլային մոտավորությամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ҶҲҶҶҶҶҶҶҶҶҶҶ

1 М. Л. Тер-Микаелян, Вестник ЕГУ, № 2, (1966). 2 А. И. Алексеев, Ю. А. Вдовин, В. М. Галицкий, ЖЭТФ, 46, 320 (1964). 3 А. И. Алексеев, В. М. Галицкий, ЖЭТФ, 47, 1893 (1964).

БИОФИЗИКА

А. А. Чилингарян, С. С. Оганесян, Ж. Г. Саруханян и В. А. Тимошенко

Сравнительная характеристика сократительных белков
 скелетных мышц уток и их гибридов

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. А. Тер-Карапетяном 4/1 1966)

Морфология, физиология и особенно гисто-цитологическая характеристика гибридов, полученных при отдаленных скрещиваниях, показывают, что последние не всегда являются промежуточной формой между родительскими видами, а в ряде случаев представляют собой качественно новые формы (¹). Нужно думать, что особенности дифференциации и метаболизма гибридов, первично обусловленные генетическими факторами, объясняются, в частности, изменениями структуры и функции многокомпонентных макромолекул. Очевидно, что объективная регистрация ряда физических параметров и химических свойств комплексных белковых частиц может лучше выявить механизмы генетически обусловленных изменений на уровне отдельных молекул и их комплексов, а также степень ограничений возможных изменений в структуре, адаптированной к специфической деятельности. В этом отношении привлекают внимание сократительно-белковые комплексы мышц, молекулярный состав и свойства которых достаточно изучены.

В настоящем сообщении приведены результаты предварительных исследований ряда физических параметров и кинетики АТФ-азной (АТФ-фосфогидролаза) активности сократительных белков двух видов — пекинской и мускусной уток и их гибридов. Миозин и актомиозин выделяли из бедренных мышц принятыми методами Губа-Штрауба и Бейли. Производилась очистка экстрактов миозина от актина и актомиозина. Количество белка определяли после высушивания в вакууме и контролировали по Кьельдалю. АТФ-азную активность определяли в инкубационной смеси, состоящей из белка, буфера (трис + HCL), натриевой соли АТФ и хлористого кальция (0,005M), pH смеси определяли потенциометрически.

Абсорбционный спектр растворов белка снимали на СФ-4 в ультрафиолетовой области (230—320 мкм).

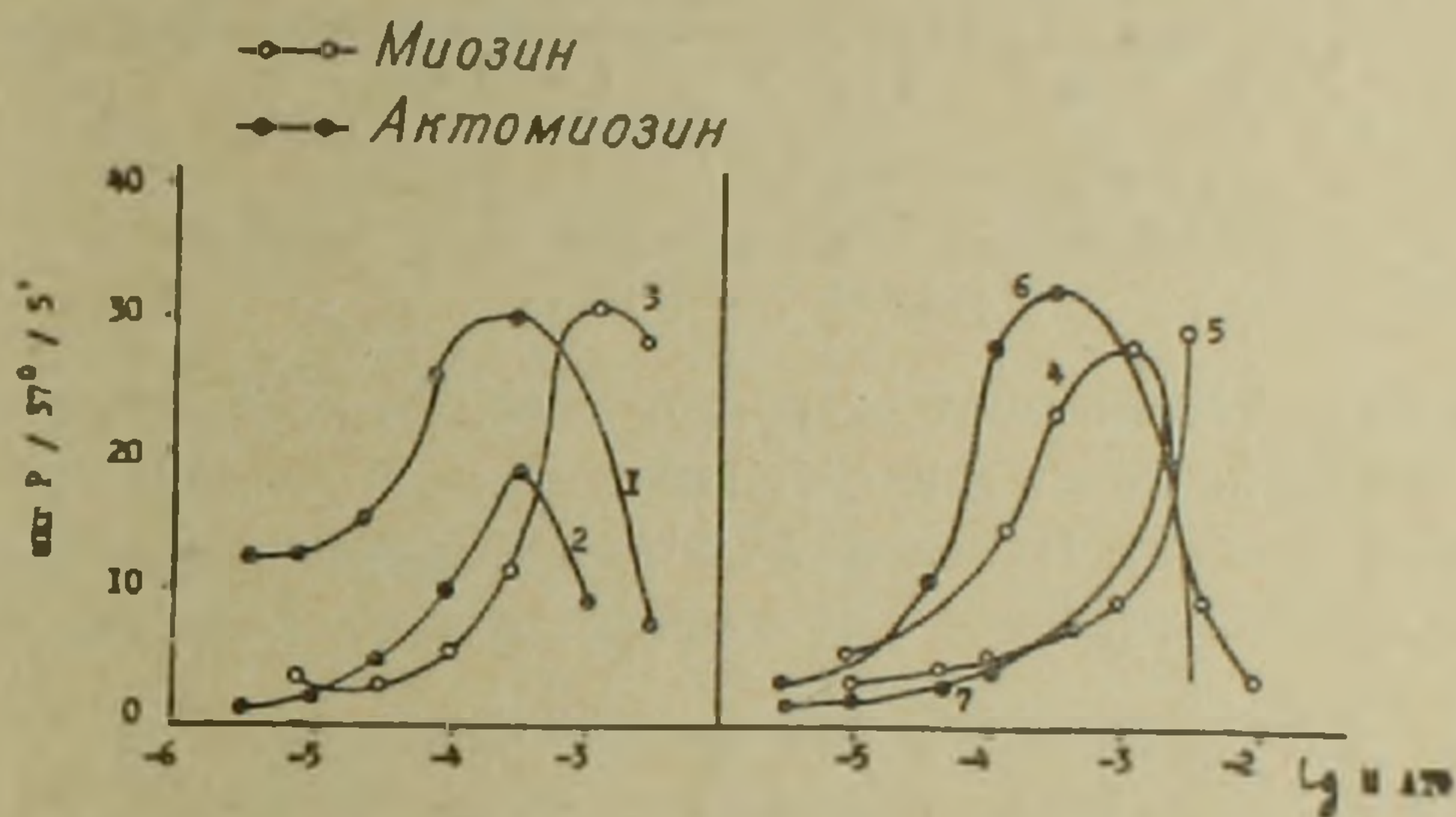
Лимитирующее вязкостное число $\left| \frac{1}{c} \ln \frac{\eta}{\eta_0} \right|$ определяли раз-

бавлением растворов белка при $C \rightarrow 0$ (C — концентрация белка), где $\frac{\eta}{\eta_0}$ — относительная вязкость.

Опыты были поставлены на 9 утках по 3 головы в каждой группе. Кривые, представленные в работе, характеризуют усредненные данные из 3—5 повторных измерений.

Исследование субстратного торможения, рН оптимума и влияния концентрации белка показало, что межвидовая гибридизация приводит к изменению некоторых свойств АТФ-азы актомиозина.

Субстратное торможение для АТФ-азы двух изученных видов уток имеет место при достаточно близких концентрациях АТФ (фиг. 1). Максимальный гидролиз АТФ наблюдается, когда его концентрация в инкубационной смеси достигает 5×10^{-3} М (миозин и актомиозин). Ход кривой ферментативной активности миозина пекинской утки несколько круче, ее торможение менее выражено.



Фиг. 1. Субстратное торможение АТФ-азы миозина и актомиозина.

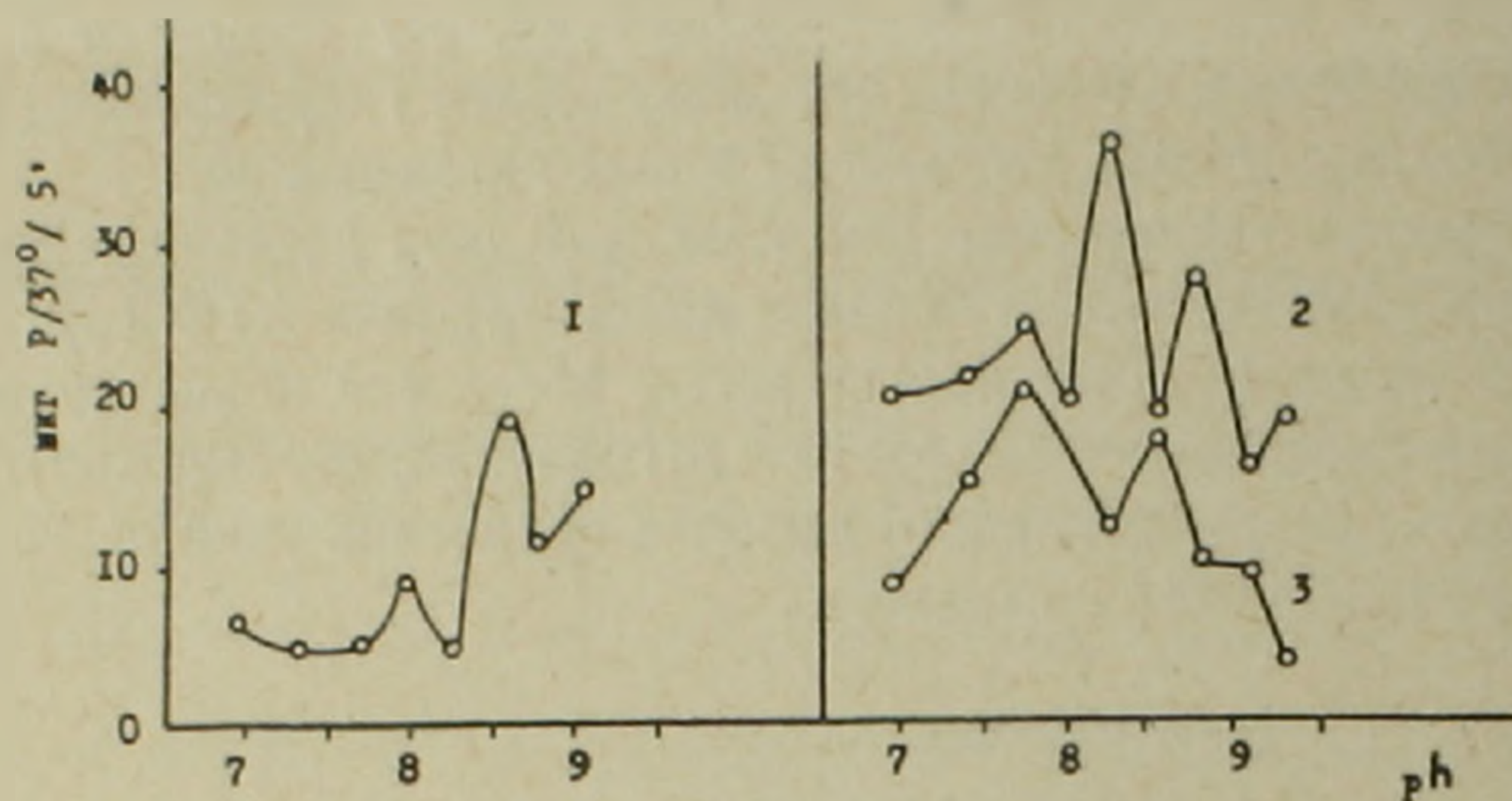
1 — мускусная (♂); 2,3 — пекинская утки (♂, ♀); 4,6 — гибрид прямой (♀); 5,7 — гибрид реципрокный (♀).

АТФ-азная активность актомиозина прямых гибридов (♀ пекинская $\times$ ♂ мускусная) в зависимости от концентрации АТФ имеет тот же тип кривой, что и у родительских пар. Значительно отличается кривая субстратного торможения у реципрокных гибридов (♀ мускусная $\times$ ♂ пекинская). В пределах тех же концентраций АТФ торможение АТФ-азной активности не наблюдается. Имеет место устойчивое повышение активности фермента. То же наблюдается на растворах миозина.

АТФ-аза миозина и актомиозина скелетных мышц пекинской утки характеризуется обычно наблюдаемым двухпиковым рН-оптимумом, соответственно рН 7,96 и рН—8,6 для миозина; 7,6 и 8,45 для актомиозина (фиг. 2). У прямых и реципрокных гибридов, помимо смещения пиков активности, изменяется их количество. Кривая рН оптимума характеризуется тремя пиками, причем третий пик соответствует у гибридов

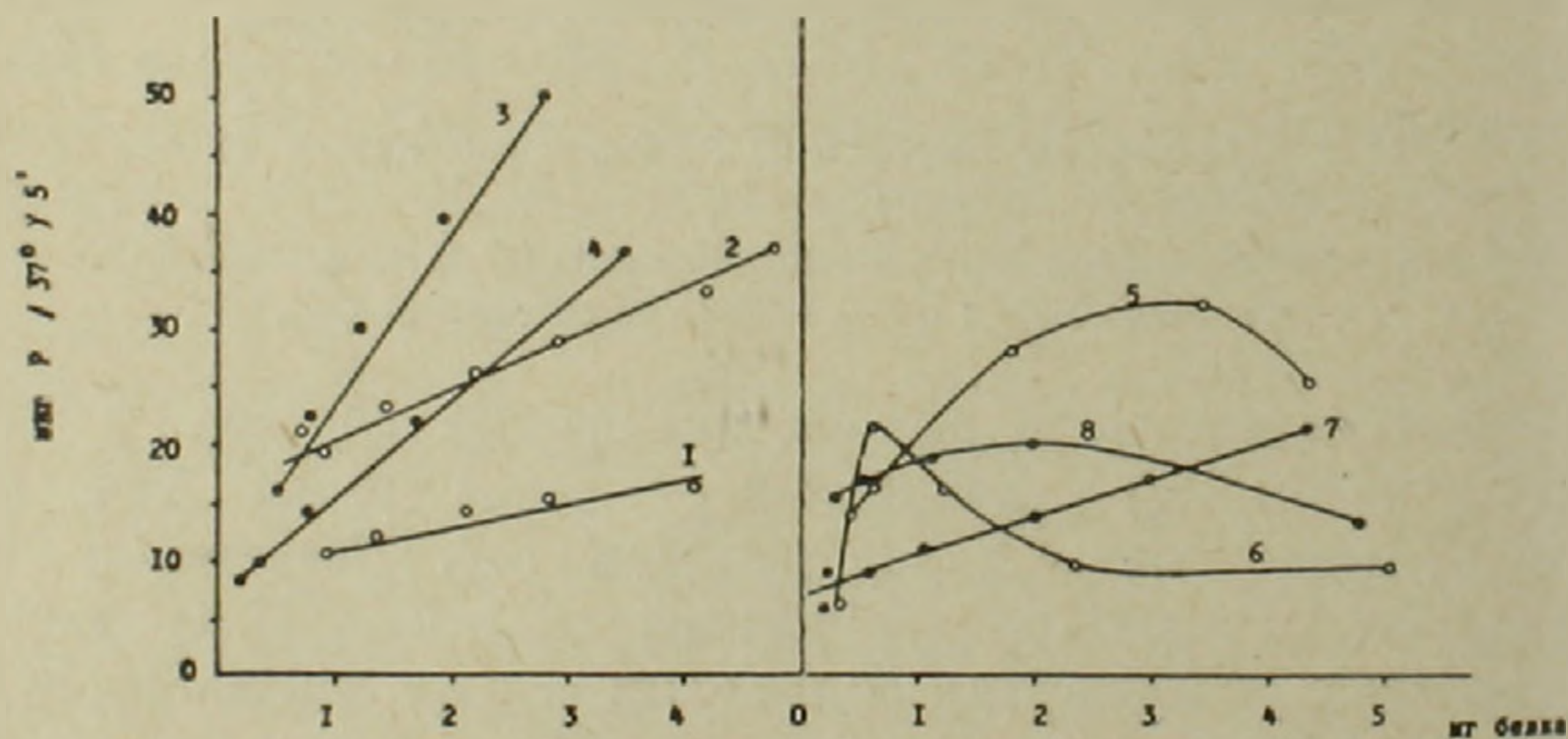
pH 9,2 и pH—6,8. Таким образом, хотя и сохраняется основной пик активности (pH 8,5), появляется дополнительный подъем активности в более щелочной полосе.

Увеличение концентрации актомиозина пекинской и мускусной уток в инкубационной смеси от 0,3 мг до 4 мг приводит к почти экспоненциальному повышению гидролиза АТФ. Скорость роста активности фер-



Фиг. 2. pH-оптимум АТФ-азы миозина.
1 — пекинская утка; 2 — гибрид прямой и 3 — гибрид реципрокный (все самцы).

мента выше для актомиозина мускусной утки. Гидролиз АТФ миозином по мере увеличения белка в инкубационной смеси усиливается несколько медленнее (фиг. 3). Изучение АТФ-азы сократительных белков гибридов выявило значительное изменение хода кривой активности. Если



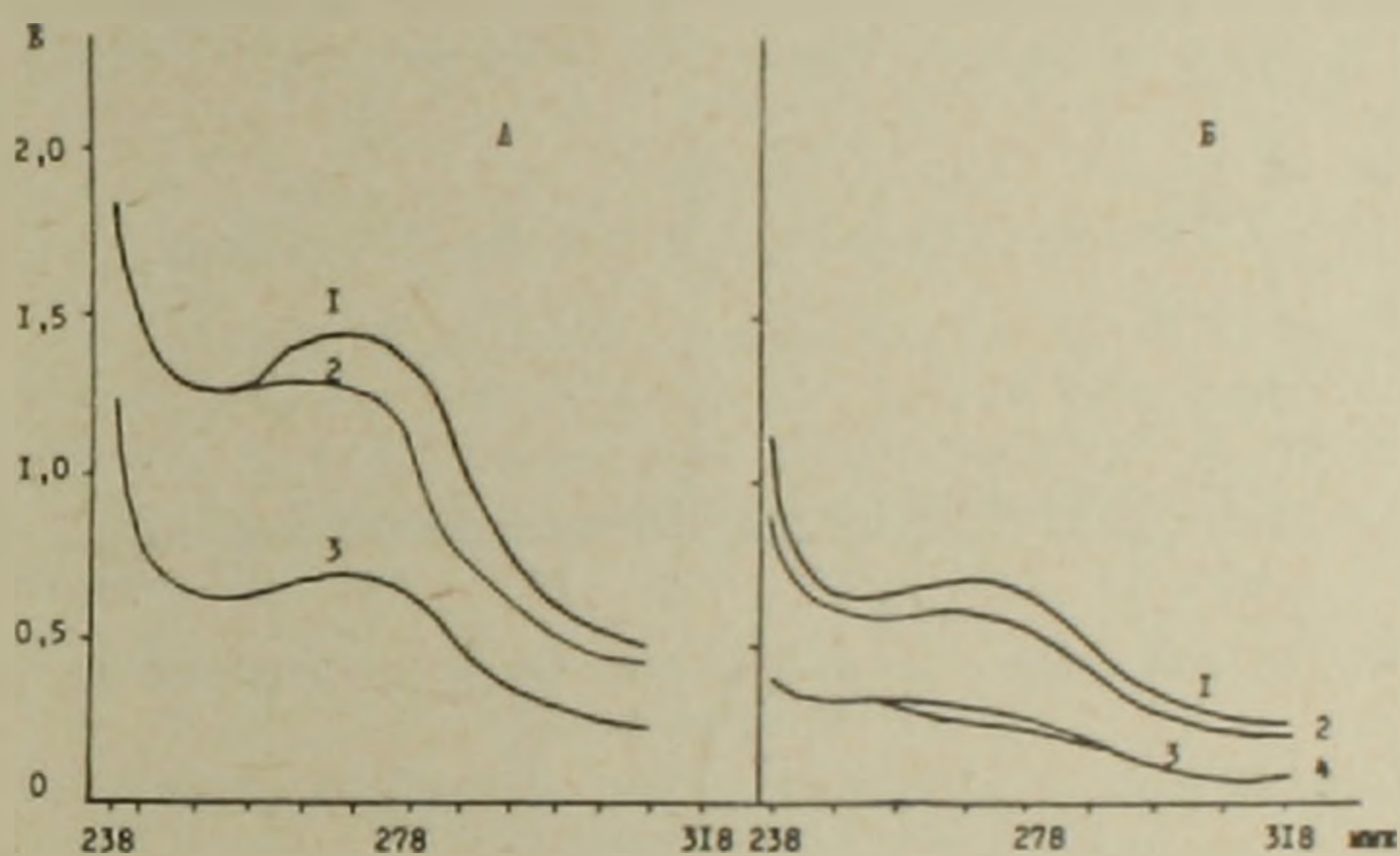
Фиг. 3. Влияние концентрации миозина и актомиозина на АТФ-азную активность.

1,4 — пекинская (♂); 2,3 — мускусная утка (♂); 5,7 — гибрид прямой (♀) и 6,8 — гибрид реципрокный (♂).

у прямых гибридов повышение концентрации миозина и, особенно, актомиозина, в основном, характеризуется увеличением ферментативной активности, то у реципрокных гибридов кривая имеет две фазы: фазу быстрого подъема активности и фазу спада (фиг. 3). Четкое разделение обеих фаз наблюдается при исследовании миозина.

В настоящее время установлено, что регуляция ферментативной активности в значительной степени обуславливается общей конформацией белковой молекулы. Исследования пространственной конфигурации и компактности в структуре сократительных белков, приводят к допущению определенных сдвигов при межвидовом скрещивании.

Исследование абсорбционного спектра миозина показало, что максимум поглощения при pH 7,0 находится в области 266—282 мк, что характерно для обеих видов уток и их гибридов. Таким образом, существенных видовых различий в спектре поглощения миозина не отмечаются. В основном, область поглощения совпадает с описанной для миозина разных видов животных и обусловлена ароматическими аминокислотами (²⁻⁴). Существенная разница отмечается в экстинкции растворов миозина родительских и гибридных форм. Из кривой (фиг. 4 б) видно, что экстинкция растворов миозина прямых и реципрокных гибридов значительно меньше.



Фиг. 4. А — абсорбционный спектр миозина при хранении (+4). Пекинская утка, pH 7,0.

1 — первый; 2 — четвертый и 3 — десятый дни.

Б — спектр поглощения миозина в ультрафиолетовой области.

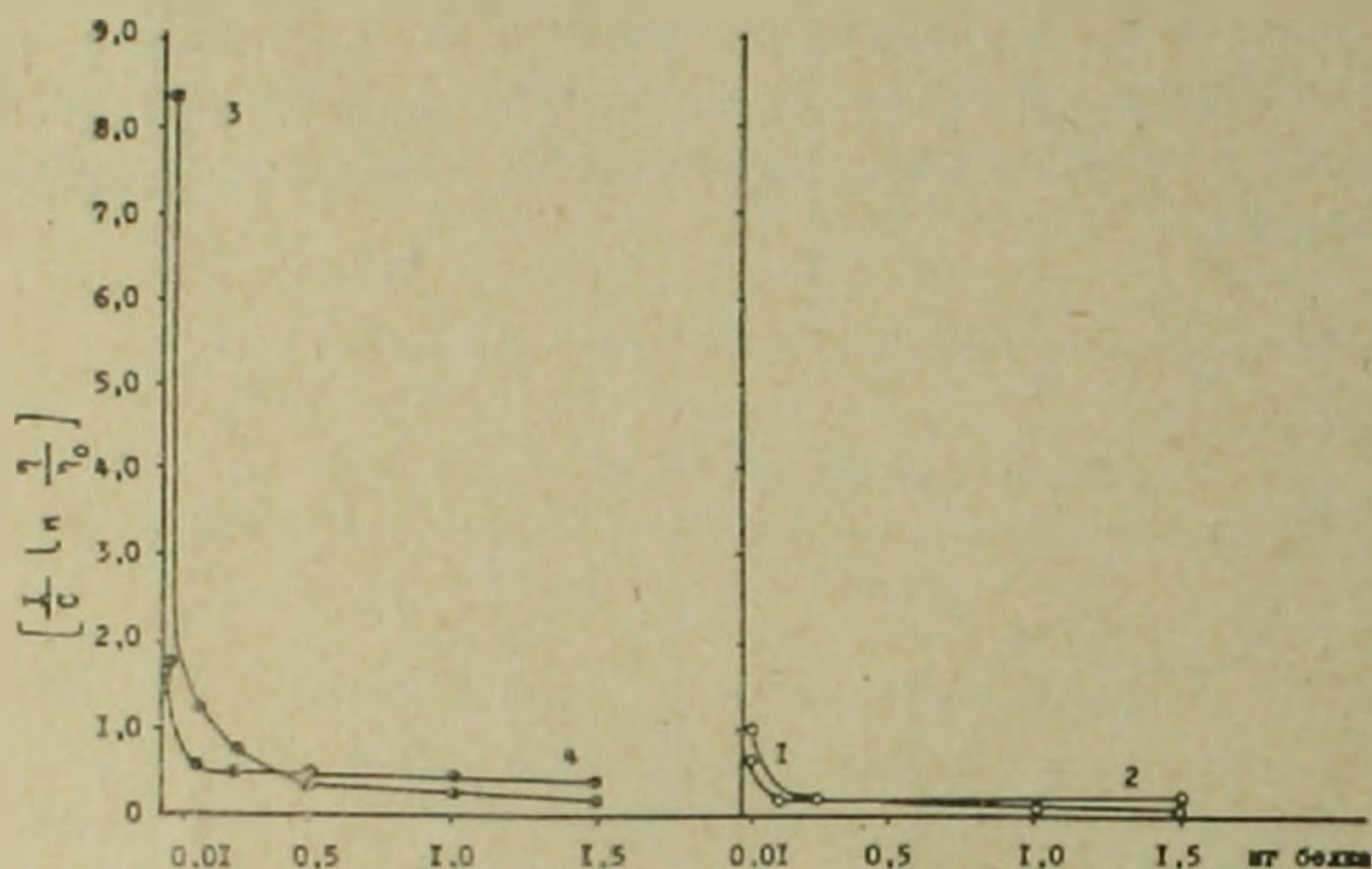
1 — пекинская; 2 — мускусная утки; 3 — прямой гибрид и 4 — реципрокный гибрид.

Объяснение этого факта, вероятно, надо искать в изменении регулярности структуры белковой частицы. Об этом свидетельствует уменьшение экстинкции растворов миозина пекинской утки при длительном хранении (фиг. 4 а).

Возможные нарушения в общей молекулярной структуре миозина гибридных форм обнаруживаются при измерении лимитирующего вязкостного числа. Разбавление растворов миозина ($C \rightarrow 0$), как известно, приводит к денатурации белка, в данном случае это выражается увеличением лимитирующего вязкостного числа (фиг. 5). Величина, характеризующая денатурацию миозина прямого гибрида, как видно из фиг. 5, в несколько раз больше, чем у пекинской. У реципрокных гибридов вяз-

костное число выше в полтора раза. Учитывая, что определением этих двух параметров нельзя выявить основные изменения в структуре миозина, в общем приближении можно предполагать, что гибридизация приводит к изменению пространственной конфигурации и компактности структуры, и это выражается повышением денатурируемости миозина.

Несмотря на большое количество исследований видовой специфичности сократительных белков и многих ферментов, совершенно не затронуты вопросы специфичности белков у гибридов позвоночных. Данные, полученные нами, позволяют думать, что при гибридизации имеет место избирательное изменение различных физико-химических параметров



Фиг. 5. Лимитирующее вязкостное число при разбавлении растворов миозина.

1 — пекинская; 2 — мускусная утки; 3 — гибрид прямой и 4 — гибрид реципрокный, pH 7,0.

комплексных белков. Пока трудно сказать, наблюдаемые изменения носят случайный или закономерный характер. Однако, допустимо, что в процессе дифференциации гибридного организма и образования сложных многокомпонентных белковых структур могут иметь место отклонения, обусловленные взаимодействием субъединиц, без существенных изменений последних. Весьма характерной чертой сократительных белков гибридов является отсутствие полного сходства с одним из родителей или промежуточных свойств. АТФ-азная активность миозина и актомиозина характеризуется у гибридов новыми качествами. Сюда можно отнести, например, появление максимума активности в щелочной зоне pH, двухфазный характер кривой активности по концентрации фермента и, наконец, отсутствие торможения избытком субстрата.

Для более полной характеристики изменений в молекулярной структуре сократительных белков исходных и гибридных форм ведутся дальнейшие исследования.

Зоологический институт
Академии наук Армянской ССР

Մկանային կծկիչ սպիտակուցների համեմատական բնութագիրը
տառերեւ տեսակի բաղերի և նրանց հիբրիդների մոտ

Հեռավոր հիբրիդիզացիայի դեպքում միշտ չէ, որ ստացված սերունդը օժտված է լինում միջանկյալ ժառանգականությամբ: Որոշ դեպքերում հիբրիդները իրենց մորֆո-ֆիզիոլոգիական կառուցվածքով և այլ հատկություններով այնքան են տարբերվում նախնական տեսակներից, որ երանց կարելի է դրսևորել որպես նոր ձևեր: Ակներև է, որ այդ փոփոխությունները առաջին հերթին արդյունք են այն տեղաշարժերին, որոնք կապված են բիոքիմիական պրոցեսների հետ: Բացի դրանից բարձր ողնաշարավորների հիբրիդների սպիտակուցների ուսումնասիրությունները ինքնուրույն հետաքրքրություն են ներկայացնում, քանի որ այդպիսիները բացակայում են դրականության մեջ:

Անալիզի է ենթարկված կծկիչ սպիտակուցների (միոզին և ակտոմիոզին) ԱՏՖ-աղայի կիսետիկան և մի շարք ֆիզիկո-քիմիական պարամետրերը (աբսորբցիոն սպեկտրը, դենատուրացիան, рН օպտիմումը): Հստ այդ պարամետրերի նկատմամբ է հիբրիդային ձևերի սպիտակուցային բարդ կոմպլեքսների փոփոխություն: Վերջիններիս մոտ առաջ են գալիս նոր որակ, որը բնորոշ չէ ոչ ծնողական տեսակներին, ոչ էլ հանդիսանում են նրանց միջինը:

Կարելի է ենթադրել, որ հիբրիդիզացիայի ազդեցության տակ առաջացած այդ նոր հատկությունները կապված են սպիտակուցների չորրորդական կառուցվածքի փոփոխությունների հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1 А. А. Чилингарян, Зоологический сборник, т. 14, 5—77. Изд. АН Армянской ССР, 1966. 2. И. А. Аниина и В. П. Вендт, «Украинский биохимический журнал», т. 26, № 1, 21—30, 1954. 3. Х. М. Равикович, О. Н. Сеткина, К. Д. Леонтьева, ДАН СССР, т. X, № 6, 985—992, 1948. 4. Е. Б. Кофман и М. Б. Каламкарлова, «Биофизика», т. II, вып. 4, 403—412, 1958.

Г. Д. Зубян

Тропопауза над Арменией

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 19/IV 1966)

В развитие предыдущих исследований автора по вопросу о строении атмосферы над Арменией (¹⁻³) в этой работе рассматриваются некоторые аспекты этой проблемы, относящиеся к тропопаузе — переходному слою от тропосферы к стратосфере. Производится структурная типизация тропопаузы, изучаются годовые изменения ее высоты, температуры и вертикальной мощности.

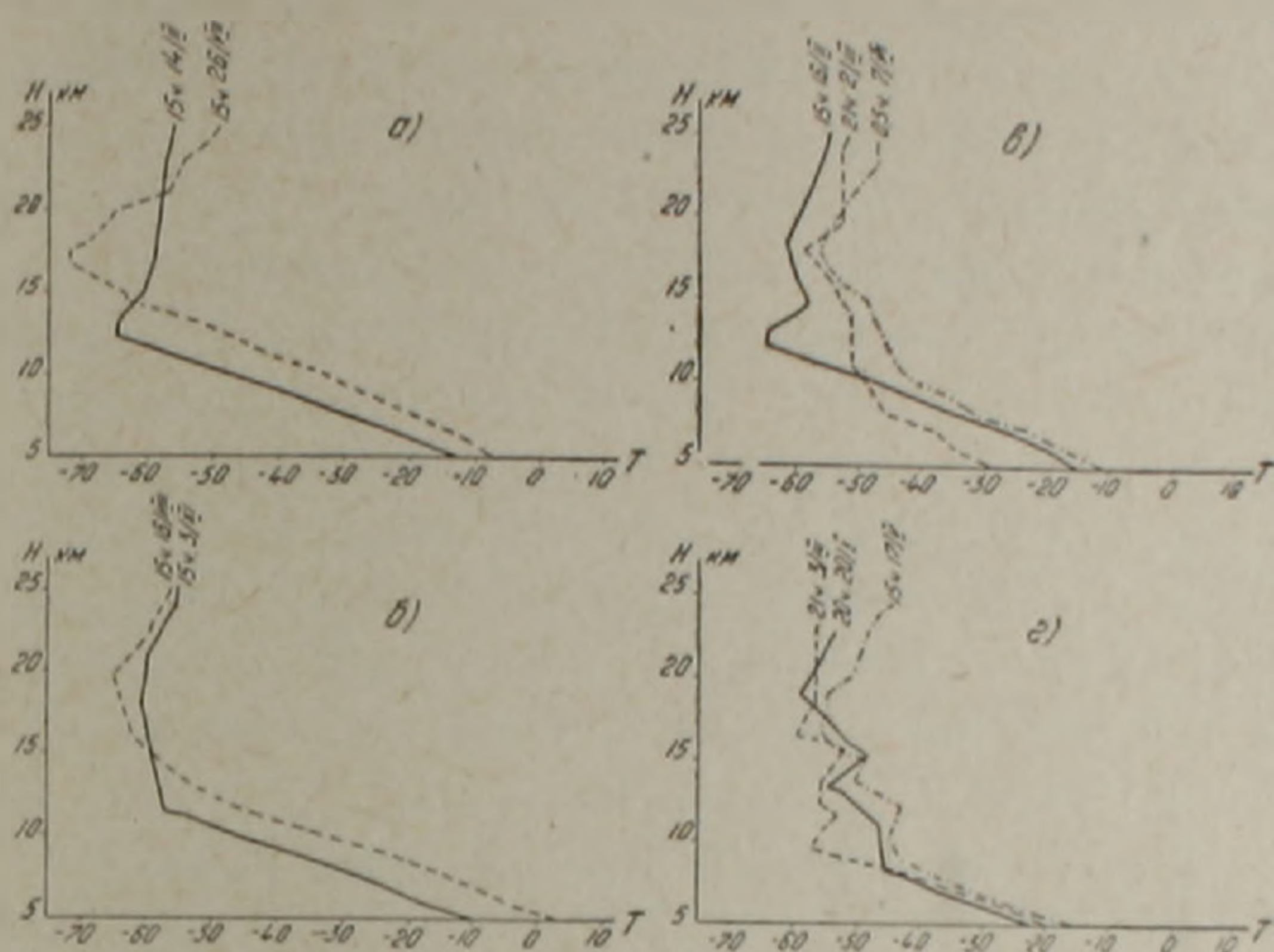
Наиболее распространенным методом типизации тропопаузы в настоящее время является синоптический метод. Типизация тропопаузы по этому методу производится применительно к различным синоптическим объектам: воздушным массам, планетарным фронтальным зонам, струйным течениям и др. В данной работе избран иной путь. Здесь типизация производится на основе анализа особенностей вертикального распределения температуры (кривых вертикальной температурной стратификации), независимо от синоптических условий. Такой подход для локальных исследований является, с нашей точки зрения, наиболее рациональным. Он дает возможность однозначного определения типа тропопаузы в каждом конкретном случае и объективного сравнительного анализа. Применяя такой метод, мы убеждаемся, что синоптические типы тропопаузы не являются столь однородными как это представляется. Вообще же, синоптическая типизация и применяемая нами, которую можно было назвать структурной, дополняют друг друга.

Работа выполнена по материалам радиозондовых наблюдений аэрологической станции Ереван за 1960—62 годы.

Над Арменией переход от тропосферы к стратосфере происходит в весьма разнообразных формах. Однако, анализ кривых вертикальной температурной стратификации показывает, что этот переход можно разбить на ряд характерных типов — выделить структурные типы тропопаузы, — в принципе охватывающие почти все возможные случаи. Этими типами являются следующие.

1. *Тропопауза отсутствует* — практически имеет место непосредственный переход от тропосферы к стратосфере (фиг. 1, а). Этот тип ха-

характеризуется наличием на кривой температурной стратификации в исследуемой области одной точки минимума, непосредственно до которой происходит тропосферное падение температуры с высотой с вертикальным градиентом $\gamma > 0,2^\circ/100 \text{ м}$. Наблюдается преимущественно в теплое время года (июнь-сентябрь); в остальное время встречается эпизодически.



Фиг. 1. Примеры различных структурных типов тропопаузы:
(аэрологическая станция Ереван, 1960 год):

а — тропопауза отсутствует; *б* — однослойная тропопауза;
в — двухслойная тропопауза; *г* — многослойная тропопауза.

II. *Однослойная тропопауза* (фиг. 1, б) — характеризуется, как и в предыдущем случае, наличием на кривой температурной стратификации одной точки минимума, которой, однако, предшествует тропопаузный излом (слой с $0 < \gamma \leq 0,2^\circ/100 \text{ м}$). Является слоем с замедленным по сравнению с тропосферой падением температуры с высотой. С июля по ноябрь включительно — преобладающий тип. При этом и предыдущем типах перехода, стратосфера над Арменией в теплый период года располагается, как правило, на 4—6 км выше, имея у основания более низкие температуры, чем в остальное время.

III. *Двухслойная тропопауза* (фиг. 1, в) — характеризуется наличием на кривой температурной стратификации двух точек минимума, первая из которых отмечается на нижней границе тропопаузы (фиг. 1, в; кривая за 16 февраля) или несколько выше ее (кривая за 2 марта). В последнем случае первому минимуму предшествует тропопаузный излом. К двухслойной тропопаузе относятся и те случаи (фиг. 1, в; кривая за 7 июня), когда на кривой температурной стратификации имеется одна точка минимума, но при этом тропопауза начинается с тропопаузного излома, после чего падение температуры продолжается до точки минимума с $\gamma > 0,2^\circ/100 \text{ м}$, хотя бы в начале. Зимой и весной является преобладающим типом. Часто встречается осенью. Летом в большинстве случаев бывает плохо выражена и встречается сравнительно редко. Нижняя

граница летом располагается, как правило, на несколько километров ниже среднего для данного месяца уровня, зимой — вблизи этого уровня; иногда, при мощных холодных вторжениях в системе циклонов, опускается до 7 км.

IV. *Многослойная тропопауза* (фиг. 1, г) — характеризуется наличием на кривой температурной стратификации более двух точек минимума, первая из которых отмечается на нижней границе тропопаузы (фиг. 1, г; кривая за 3 марта) или несколько выше (кривая за 17 мая). В последнем случае минимуму предшествует тропопаузный излом. К многослойной тропопаузе относятся и те случаи (кривая за 20 января), когда на кривой температурной стратификации имеются только две точки минимума, но при этом тропопауза начинается с тропопаузного излома, после чего падение температуры продолжается до точки первого минимума с $\gamma > 0,2^\circ/100 \text{ м}$, хотя бы в начале. Наблюдается почти исключительно в зимний и переходные периоды. Нижняя ее граница располагается, как правило, заметно ниже среднего для данного месяца уровня и имеет более высокую температуру; иногда, при мощных холодных вторжениях в системе циклонов, тропопауза опускается до 6,5—7,0 км.

Таблица 1

Среднемесячные данные о тропопаузе над Ереваном

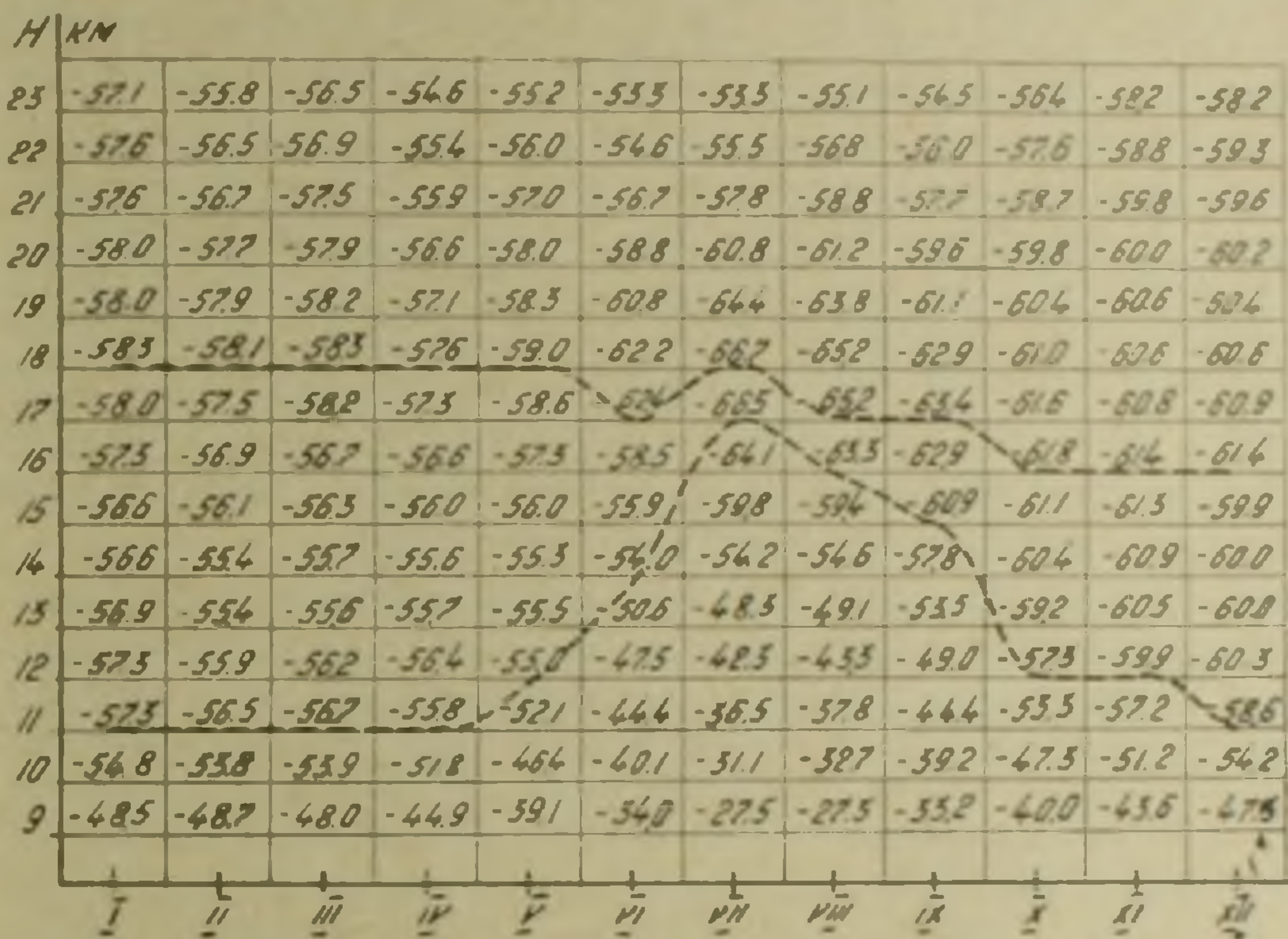
Месяцы	Высота нижней границы тропопаузы (км)	Температура	Высота верхней границы тропопаузы (км)	Температура	Вертикальная мощность тропопаузы (км)	Тип тропопаузы по средним данным
Январь	11	—57,3	18	—58,3	7	двухслойная
Февраль	11	—56,5	18	—58,1	7	...
Март	11	—56,7	18	—58,3	7	...
Апрель	11	—55,8	18	—57,6	7	...
Май	12	—55,0	18	—59,0	6	...
Июнь	14	—54,0	17	—62,4	3	...
Июль	17	—66,5	18	—66,7	1	однослойная
Август	16	—63,3	17	—65,2	1	...
Сентябрь	15	—60,9	17	—63,4	2	...
Октябрь	12	—57,3	16	—61,8	4	...
Ноябрь	12	—59,9	16	—61,4	4	...
Декабрь	11	—58,6	16	—61,4	5	двухслойная

В табл. 1 приводятся данные о высоте и температуре нижней и верхней границ тропопаузы, о ее вертикальной мощности (толщине) и статистически преобладающих структурных типах над Ереваном. Таблица составлена по среднемесячным величинам вертикального распределения температуры, вычисленным по наблюдениям за 1961 и 1962 годы, для интервала высоты в 1 км. В дополнение к табл. 1 дается график на фиг. 2.

При обработке материалов за нижнюю границу тропопаузы был принят уровень первого минимума на кривой температурной стратификации или уровень начала тропопаузного излома, если он предшествовал этому минимуму. За верхнюю границу был принят минимум, если он

был один, или верхний (последний) минимум, если на кривой было несколько точек минимума. К этому надо сделать замечание, что при определении верхней границы тропопаузы речь идет не буквально о точке минимума, а о точке, которую практически можно принять за точку минимума.

Как показывают табл. 1 и график на фиг. 2, тропопауза над Арменией от января к июлю повышается в среднем на 6 км. При этом господствующее высокое положение она занимает в течение четырех месяцев (июнь-сентябрь) теплого периода года (точнее, со второй половины июня по сентябрь). В это время средняя высота ее нижней границы составляет 15—17 км. Для остальных 8—8½ месяцев характерным является низкое положение тропопаузы со средней высотой нижней границы 11—12 км.



Фиг. 2. Изменения в течение года высоты и температуры нижней и верхней границ тропопаузы и ее вертикальной мощности над Ереваном. Пунктиром показаны нижняя и верхняя границы тропопаузы, цифры на графике — среднемесячные величины температуры на различных высотах.

В отличие от нижней границы, высота верхней границы тропопаузы в течение года изменяется мало—в среднем на 2 км (от 16 до 18 км), а изменения от месяца к месяцу не превышают 1 км. Разность температуры июль-январь на нижней границе тропопаузы составляет минус 9,2°, на верхней границе—минус 8,4°.

Испытывает значительные изменения и имеет ярко выраженный годовой ход вертикальная мощность тропопаузы.

В январе она в среднем составляет 7 км. В течение последующих трех месяцев (февраль-апрель) мало изменяется, но начиная с мая наблюдается прогрессивное уменьшение мощности тропопаузы—до 1 км в июле и августе. Весьма примечательно, что изменения вертикальной мощности тропопаузы в течение года происходят почти исключительно

вследствие изменений высоты ее нижней границы. Это хорошо видно на фиг. 2.

При резких изменениях высоты тропопаузы в горизонтальном направлении, или со временем, принято говорить о «разрыве» тропопаузы. По этому определению мы должны были бы говорить, например, о разрыве тропопаузы над Арменией от весны к лету. Но это было бы неточно. График на фиг. 2 показывает, что над Арменией от одного сезона к другому (от весны к лету и от лета к осени) по-существу происходит не разрыв тропопаузы, а быстрое изменение ее вертикальной мощности.

Как показало исследование Х. П. Погосяна (*), Армения находится в районе деятельности субтропического струйного течения. К лету оно надвигается на Кавказ и его ось располагается несколько севернее Армении, к зиме — отходит к югу. Имея в виду это и предыдущее наше заключение, мы считаем возможным предложить следующую гипотезу.

В зоне субтропического струйного течения происходит быстрое изменение в горизонтальном направлении вертикальной мощности тропопаузы — при переходе от теплой стороны субтропического струйного течения к его холодной стороне вертикальная мощность тропопаузы значительно увеличивается. Это происходит, главным образом, в связи с изменениями высоты нижней границы тропопаузы, тогда как высота ее верхней границы изменяется мало. Если и можно говорить о «разрыве» тропопаузы, то его надо понимать в этом смысле.

В заключение отметим, что по мнению автора изложенные выше выводы о тропопаузе, полученные на примере Армении, в качественном отношении можно распространить на другие районы субтропической климатической зоны.

Ереванский государственный
университет

Դ. Դ. ԶՈՒՐՅԱՆ

Տրոպոպաուզան Հայաստանի վրա

Զերմաստիճանի ուղղաձիգ բաշխման կորերի վերլուծման հիման վրա կատարված է տրոպոպաուզայի՝ տրոպոսֆերայից ստրատոսֆերա անցման շերտի կառուցվածքային տիպավորումը Հայաստանում (օգտագործված են Երևանի ակրոլոգիական կայանի 1960—62 թվականների տրվյալները)։ Ստացված են հետևյալ տիպերը։

1. Տրոպոպաուզան բացակայում է՝ տեղի է ունենում անմիջական անցում տրոպոսֆերայից ստրատոսֆերա (նկ. 1, ա)։ Բնորոշվում է մեկ միևնույնի վերմաստիճանի կորի վրա, որին նախորդող տրոպոսֆերայի վերին շերտում դիտվում է ջերմաստիճանի անկում բառ բարձրության ուղղաձիգ գրադիենտով $\gamma > 0,2 / 100$ մ.

2. Միաշերտ տրոպոպաուզա (նկ. 1, б)։ Բնորոշվում է, ինչպես և նախորդ դեպքում, մեկ միևնույնի վերմաստիճանի կորի վրա, որին, սակայն, մի շերտ է նախորդում, որում $0 < \gamma < 0,2 / 100$ մ։

3. Երկշերտ տրոպոպաուզա (նկ. 1, в)։ Բնորոշվում է մեծ մասամբ երկու միևնույնի վերմաստիճանի կորի վրա։

4. Բազմաշերտ տրոպոպաուզա (նկ. 1, г)։ Բնորոշվում է մեծ մասամբ երկուսից ավելի միևնույնի վերմաստիճանի կորի վրա։

1-ին և 2-րդ տիպերը դիտվում են զլխավորապես տարվա տաք ժամանակաշրջանում և աշնանը, 3-րդ և 4-րդ տիպերը՝ բնորոշ են ձմռան և գարնան համար: 1-ին և 2-րդ տիպերի զեպքում տրոպոպաուզան ամռանը գտնվում է 4-ից—6 կմ ավելի բարձր և նրա ստորին սահմանի ջերմաստիճանը լինում է ցածր, քան ձմռանը:

Աղյուսակում 1-ում տրված են տրոպոպաուզայի ստորին և վերին սահմանների բարձրության ու ջերմաստիճանի, նրա ուղղաձիգ հզորության միջին տվյալները և առանձին ամիսներում զերակշռող տիպերը Հայաստանի վրա:

Ինչպես ցույց են տալիս այդ աղյուսակն ու նկ. 2 (զծագրի վրա նշված են տրոպոպաուզայի ստորին և վերին սահմանները և տրվում է ողի միջին ջերմաստիճանը տարբեր բարձրությունների վրա), Հայաստանում զերակշռող բարձր զրուխյան տրոպոպաուզան զբաղեցնում է հունիս-սեպտեմբեր ամիսները: Այդ ժամանակաշրջանում նրա ստորին սահմանը միջին հաշվով գտնվում է 15—17 կմ բարձրության վրա: Մնացած ամիսների համար բնորոշ է տրոպոպաուզայի ցածր զրուխյունը՝ նրա ստորին սահմանը գտնվում է 11—12 կմ բարձրության վրա: Հունվարից հուլիս տրոպոպաուզան բարձրանում է 6 կմ, իսկ նրա ստորին սահմանի ջերմաստիճանը նվազում է 9,2°-ով: Ե տարբերություն ստորին սահմանի, տրոպոպաուզայի վերին սահմանի բարձրությունը տարվա ընթացքում քիչ է փոփոխվում և միջին տվյալներով կազմում է 16—18 կմ: Հունվարից հուլիս տրոպոպաուզայի վերին սահմանի ջերմաստիճանը նույնպես նվազում է՝ 8,1°:

Հունվարին տրոպոպաուզայի ուղղաձիգ հզորությունը կազմում է 7 կմ: Հետևյալ երեք ամսվա ընթացքում նա քիչ է փոփոխվում, քայք, սկսած մայիս ամսից, տեղի է ունենում տրոպոպաուզայի հզորության արագ նվազում՝ մինչև 1 կմ հուլիսին և օգոստոսին:

Ուշագրություն արժանի է, որ տրոպոպաուզայի ուղղաձիգ հզորության փոփոխությունները տարվա ընթացքում Հայաստանում տեղի են ունենում համարյա բացառապես նրա ստորին սահմանի բարձրության փոփոխությունների հետևանքով (տես 2-րդ զծագիրը):

Հայտնի է (4), որ մերձարևադարձային շրթային հոսանքն ամառը գտնվում է Հայաստանի վրա, իսկ ձմեռը՝ տեղափոխվում է հարավ: Նկատի ունենալով այս և տրոպոպաուզայի հզորության Հայաստանի վրա վերելում նշված օրինաչափությունները, կարելի է առաջադրել հետևյալ հիպոթեզը:

Մերձարևադարձային շրթային հոսանքի գոտում տեղի է ունենում ոչ թե տրոպոպաուզայի «խզումը», ինչպես ընդունված է համարել, այլ, ավելի ճիշտ, նրա ուղղաձիգ հզորության արագ փոփոխության հորիզոնական ուղղությամբ՝ հոսանքի տաք կողմից զեպի նրա ցուրտ կողմն անցնելիս տրոպոպաուզայի հզորությունը զգալի չափով աճում է: Այս տեղի է ունենում, զլխավորապես, տրոպոպաուզայի ստորին սահմանի բարձրության փոփոխության հետևանքով, մինչդեռ նրա վերին սահմանի բարձրությունը քիչ է փոփոխվում:

Հեղինակի կարծիքով, Հայաստանի վրա զրոսորված տրոպոպաուզայի առանձնահատկությունները կարելի է որակական տեսակետից տարածել մերձարևադարձային կլիմայական գոտու մյուս վայրերի վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Դ Ր Ա Կ Ի Լ Ե Ռ Ե Յ Ո Ւ Ն

¹ Դ. Դ. Зубян, ДАН Армянской ССР, т. XXXIX, № 2 (1964). ² Դ. Դ. Зубян, ДАН Армянской ССР, т. XL, № 3 (1965). ³ Դ. Դ. Зубян, ДАН Армянской ССР, т. XLII, № 3 (1966). ⁴ Խ. Մ. Погосян, «Известия АН Армянской ССР», серия геологических и географических наук, т. XI, № 2 (1958).

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. М. Бейлерян, Ф. О. Карапетян и О. А. Чалтыкян, чл.-корр. АН Армянской ССР

Кинетика реакции перекиси бензоила с дибензиламином
 в бензольных растворах

(Представлено 27/IV 1966)

Нами было указано (^{1,2}), что в отличие от реакций перекиси бензоила (ПБ) с другими аминами и аминоспиртами, кислоты с константами диссоциации порядка 10^{-5} увеличивают скорость расходования иодометрически определяемой перекиси в присутствии бензиламина. В случае реакций алифатических аминов с ПБ нами установлен следующий ряд скорости реакций ПБ с $RNH_2 < cR_2NH < cR_3N$. Поскольку кинетическое поведение реакции бензиламина с ПБ резко отличается от тако-го с алифатическими аминами, то интересно было изучать также отно-шение ди- и трибензиламинов к ПБ.

Методика работы описана нами ранее (¹).

Дибензиламин марки «Kahlbaum» перегонялся в токе чистого азота под давлением 3—4 мм ртутного столба.

Приведенные на фиг. 1 данные показывают, что кислород не влияет также на скорость реакции ПБ+дибензиламин.

I. *Определение порядка реакции по отдельным компонентам.* На фиг. 2, в координатах $\lg \frac{P}{P-x}/t$ показано, что при $(DA)_0 \gg (P)_0$ скорость расходования перекиси протекает с некоторым „периодом индукции“ после чего она первого порядка по перекиси.

Тангенсы угла наклона прямых пропорциональны концентрации ди-бензиламина. Следовательно, скорость расходования перекиси после пе-риода индукции описывается уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = k (DA) (P).$$

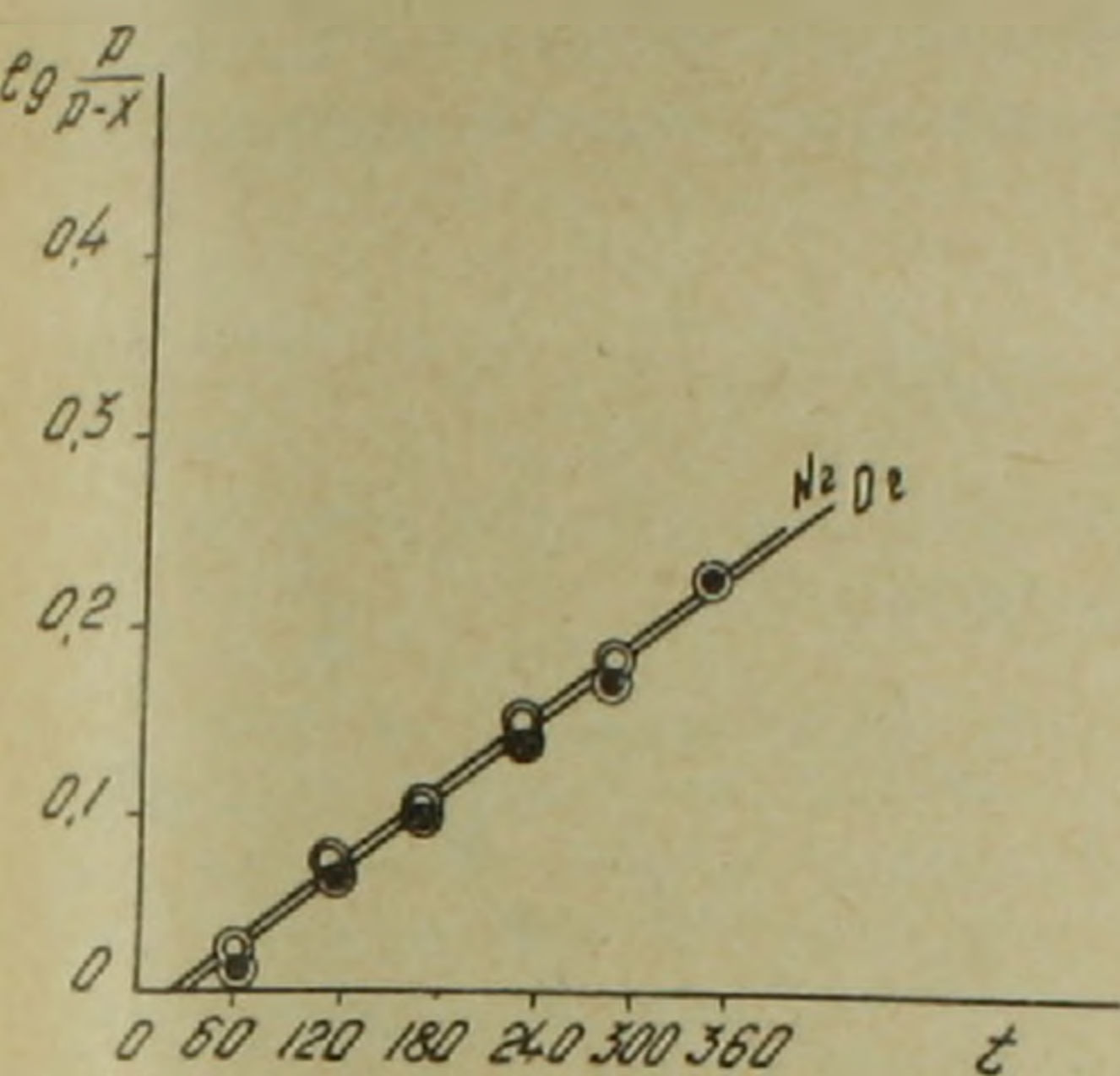
II. *Влияние уксусной кислоты на скорость реакции ПБ+дибензил-амин.* Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 1.

Условия опыта: $(ПБ)_0 = 5 \cdot 10^{-3}$ м/л, $(ДА)_0 = 5 \cdot 10^{-2}$ м/л и $t = 40^\circ \text{C}$.

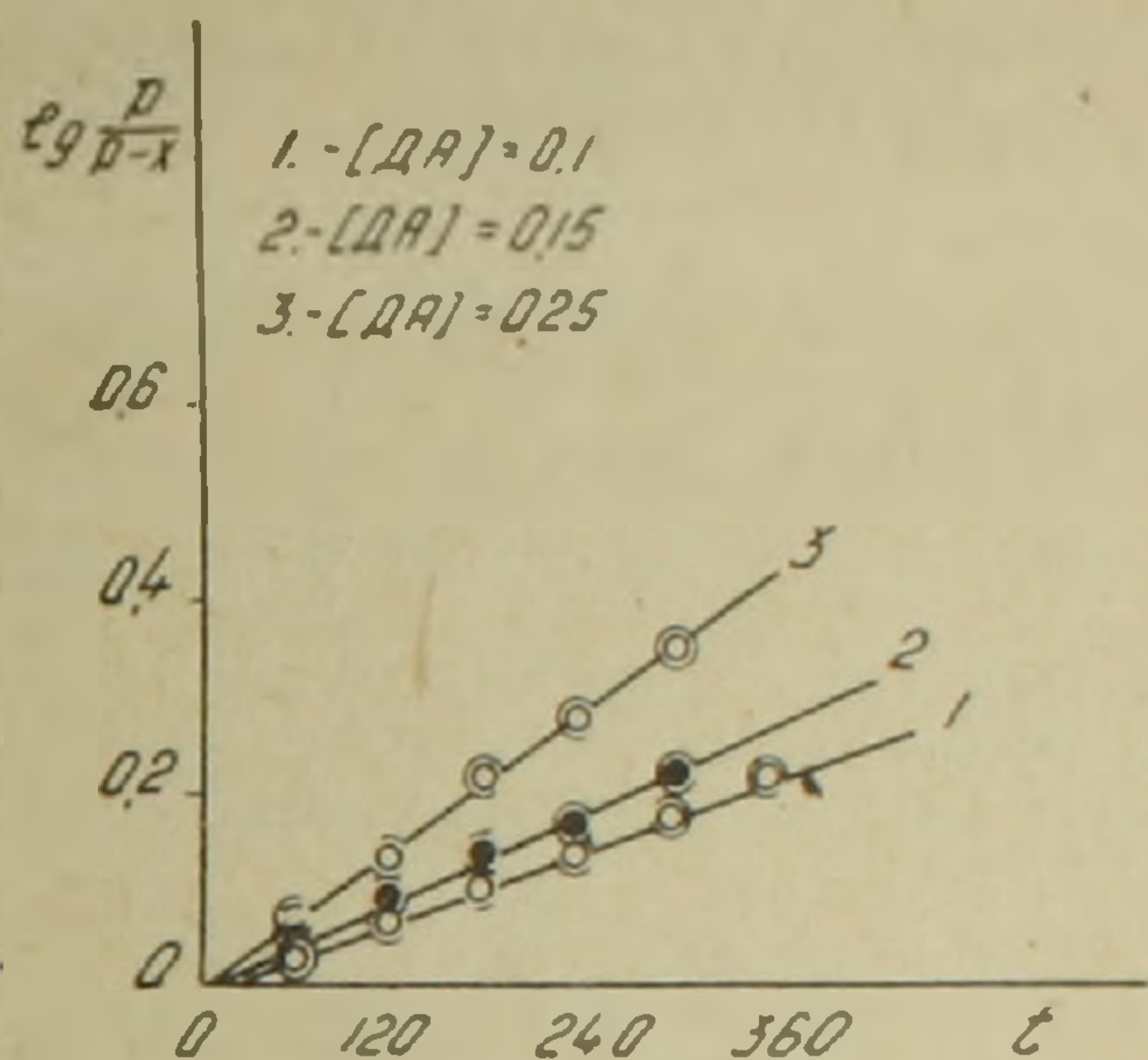
При помощи этих данных легко вычислить порядок реакции расхождения перекиси по уксусной кислоте. Он оказался равным $\approx 0,4$.

III. Влияние температуры на скорость реакции ПБ + дибензиламин

а) В отсутствии уксусной кислоты. Опыты проводились в интервале тем-



Фиг. 1. Скорость реакции перекиси бензоила с дибензиламином в азоте и в воздухе.



Фиг. 2. Скорость реакции при различных концентрациях амина, когда
1 — (ДА) = 0,1; 2 — (ДА) = 0,15;
3 — (ДА) = 0,25 $\frac{\text{моль}}{\text{литр}}$.

Таблица 1

Время в минут.	$\lg \frac{P}{P-x}$		
0	0	0	0
60	0,115	0,139	0,147
120	0,211	0,248	0,320
180	0,272	0,343	0,455
240	0,306	0,440	0,542
270	0,452	0,487	0,630
(УК) в м/л	0,01	0,02	0,04

ператур от 20°С — 40°С. Экспериментальные данные приведены на фиг. 3 в координатах $\lg \frac{P}{P-x}$ —

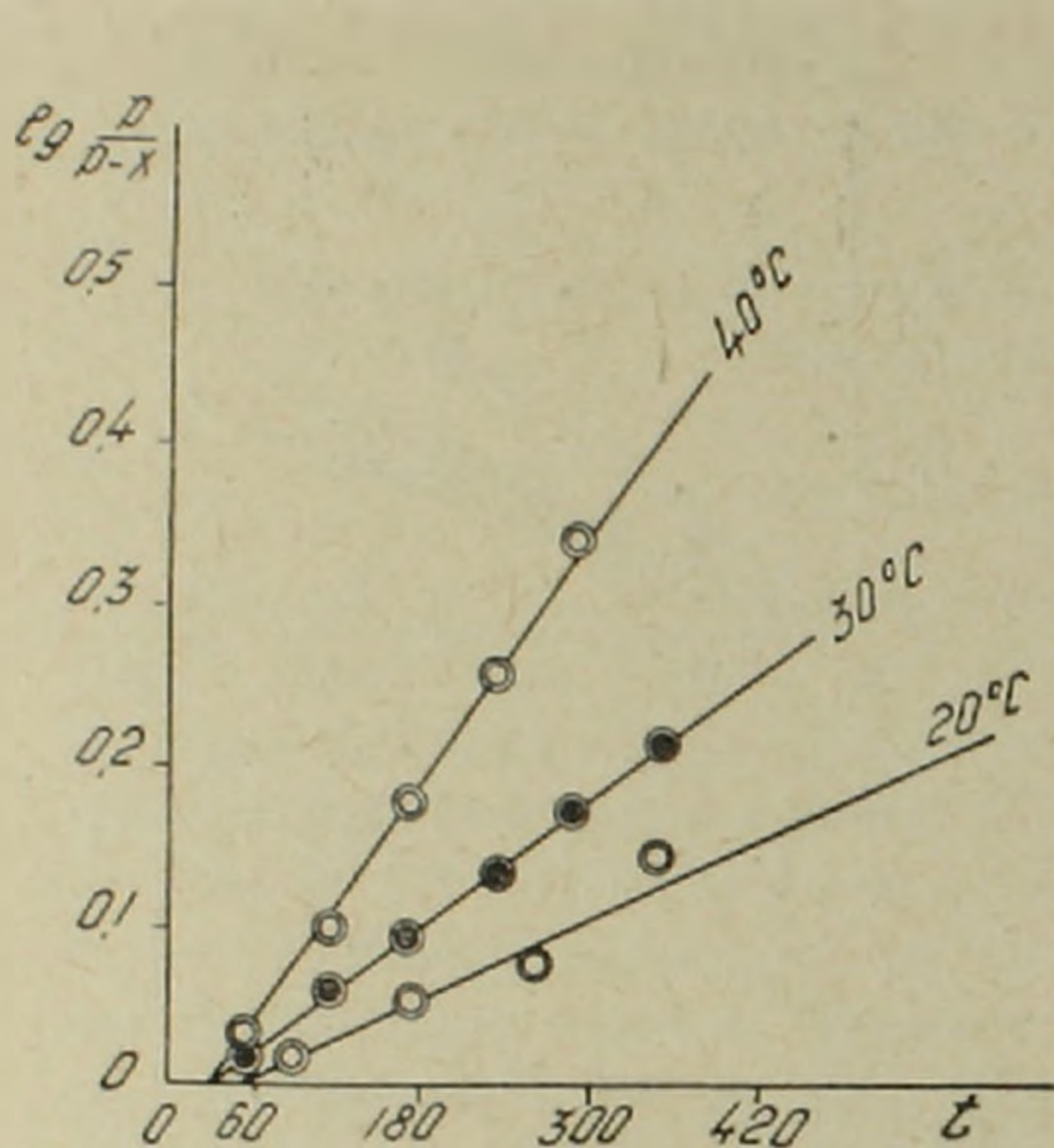
t . Константы скорости расхода перекиси после замедленного периода при различных температурах удовлетворяют уравнению Аррениуса. Эффективная энергия активации $10,8 \pm 1$ ккал/моль

б) В присутствии уксусной кислоты. На основании фиг. 4 нами оценена эффективная энергия активации реакции ПБ + дибензиламин в присутствии уксусной кислоты; она оказалась равной $9,0 \pm 1$ ккал/моль.

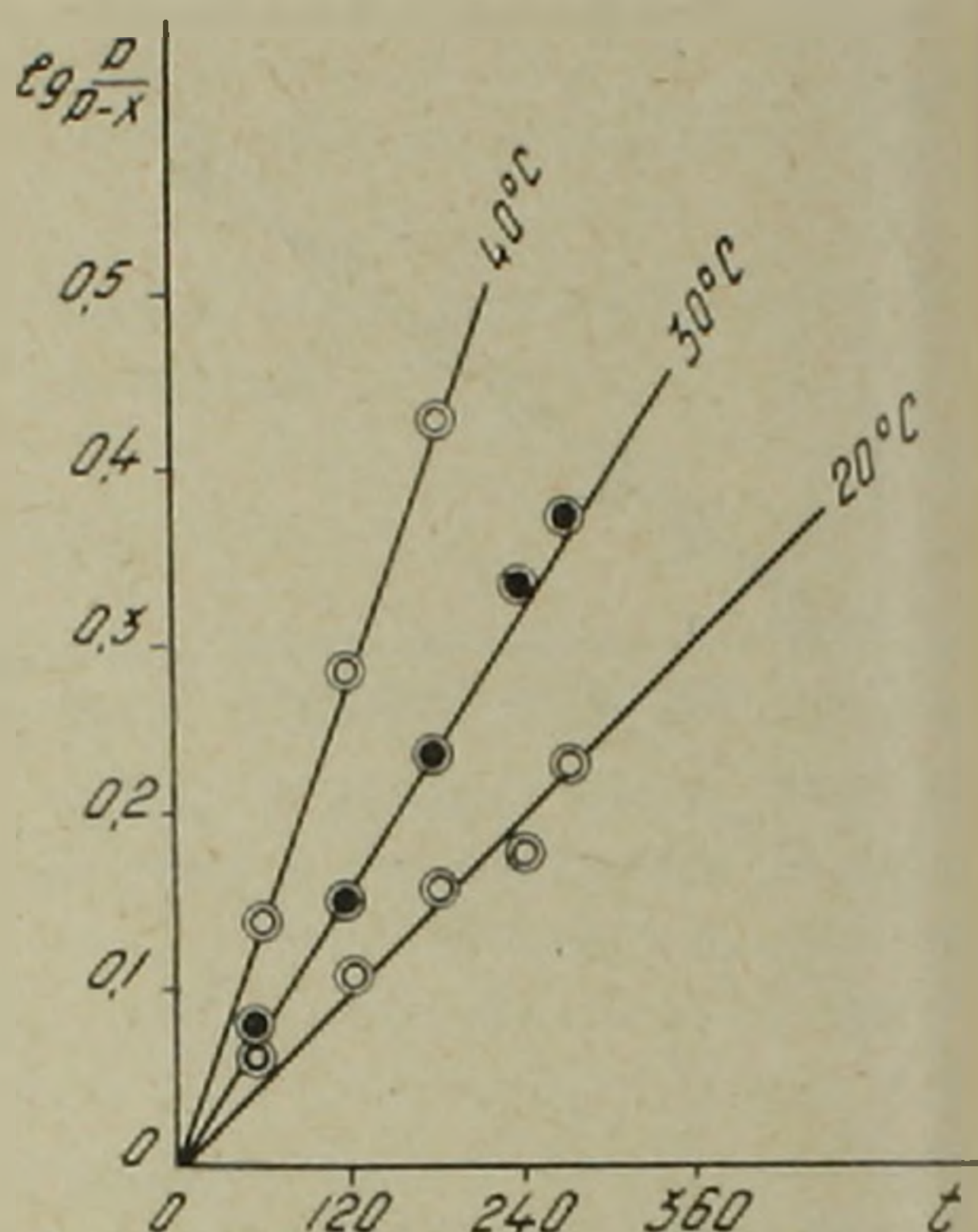
IV. Влияние трибензиламина на скорость расщедования перекиси бензоила. Опыты, поставленные с различными начальными концентрациями реагентов при различных температурах, в присутствии кислот и пиридина приводят к заключению, что до 40°С в присутствии трибензиламина перекись бензоила не распадается. Могло возникнуть сомнение, что при реакции ПБ + трибензиламин образуется пербензойная кислота в эквивалентно распавшейся ПБ количестве и трибензиламин стабилизирует ее.

Ясно, что в таком случае иодометрический анализ не приведет бы к однозначному выводу. Исследуя влияние трибензиламина на скорость

расхода специально синтезированной нами пербензойной кислоты, было установлено, что в присутствии трибензиламина пербензойная кислота очень быстро разлагается. Отсюда можно заключить, что между ПБ и трибензиламином вообще не протекает реакция. Полученные нами данные говорят за то, что в отсутствии уксусной кислоты расход перекиси при реакции перекиси бензоила + дибензиламин протекает с начальным замедленным периодом, после чего скорость расходования перекиси описывается уравнением:



Фиг. 3. Температурная зависимость скорости реакции перекиси бензоила с дибензиламином в отсутствие уксусной кислоты.



Фиг. 4. Температурная зависимость скорости реакции перекиси бензоила с дибензиламином в присутствии уксусной кислоты.

$$W = k(P)(DA), \text{ где } (DA) = \text{дибензиламин.}$$

В присутствии уксусной кислоты расход перекиси протекает без индукционного периода и скорость расхода зависит от концентрации взятой кислоты. Порядок реакции по кислоте оказался $\approx 0,4$.

При сопоставлении кинетических закономерностей реакции перекиси бензоила с дибензиламином в бензоле с таковыми, установленными нами при изучении реакции ПБ + бензиламин можно прийти к выводу, что действие моно- и дибензиламинов на механизм распада ПБ в бензоле одинаково. По-видимому, и в присутствии дибензиламина ПБ распадается преимущественно несимметрично.

Выводы. 1. Установлено, что в присутствии дибензиламина скорость расхода иодометрически определенной перекиси имеет начальный замедленный период.

2. Кислород не влияет на скорость распада перекиси.

3. Уксусная кислота не только снимает индукционный период, но и увеличивает скорость распада перекиси. В присутствии кислоты снижается эффективная энергия активации.

4. Трибензиламин не реагирует с перекисью бензоила до 40°C. Для скорости бензиламинов с перекисью бензоила установлен ряд:

W монобензиламин $> W$ дибензиламин, а W трибензиламин $= 0$.

Ереванский государственный университет

Ն. Մ. ԲԵՅԼԵՐՅԱՆ, Ֆ. Օ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ և Օ. Ա. ԿԱԼԹԻԿՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ

Բենզոլային լուծույթում բենզոիլ պերօքսիդի և դիբենզիլամինի միջև ընթացող ռեակցիայի կինետիկան

Մեր հետազոտություններից հետևում է, որ բենզոիլպերօքսիդ (P) + դիբենզիլամին (DA) ռեակցիան բենզոլային լուծույթում, երբ $[DA]_0 \gg [P]_0$ ունի ինդուկցիոն պերիոդ և ինդուկցիոն պերիոդի ավարտից հետո ռեակցիան ըստ բենզոիլ պերօքսիդի բնթանում է առաջին կարգի հավասարումով:

$$\frac{dx}{dt} = k' (P - x) \quad \text{որտեղ} \quad k' = k (DA),$$

Ինչպես բենզիլ ամինի, այնպես էլ դիբենզիլամինի դեպքում 10–5 կարգի դիսոցման հաստատուն ունեցող բենզոլում լուծելի թթուները (օրինակ քացախաթթուն) կատալիզում են ռեակցիան և ռեակցիայի կարգը ըստ քացախաթթվի $= 0,4$ է:

Հաշված է ռեակցիայի ակտիվացման էներգիան 20°C–40°C-ի տիրույթում քացախաթթվի քացակայությամբ և ներկայությամբ: Թթվի քացակայությամբ ռեակցիայի զնաժառված ակտիվացման էֆեկտիվ էներգիան հավասար է $10,80 \pm 1$ կկալ/մոլ., իսկ քացախաթթվի ներկայությամբ՝ $9,0 \pm 1$ կկալ/մոլ.:

Հաստատված է, որ մինչև 40°C ռեագենտների տարբեր սկզբնական կոնցենտրացիաների դեպքում պիրիդինի, ինչպես նաև թթուների ներկայությամբ բենզոիլ պերօքսիդը չի ռեակցում տրիբենզիլամինի հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Н. М. Бейлерян, Ф. О. Карапетян, О. А. Чалтыкян, Арм хим. журнал, 1, № 2 (1966). 2. Н. М. Бейлерян, Ф. О. Карапетян и О. А. Чалтыкян, ДАН Арм ССР, т. 12, № 5 (1966).

С. А. Мирзоян, чл.-корр. АН Армянской ССР, К. Г. Карагезян,
В. П. Акопян и Л. Г. Макарян

Влияние γ -аминомасляной кислоты, адреналина и электро кожного
раздражения на содержание этаноламина в артериальной
и венозной крови мозга и скорость кровотока в общей
сонной артерии в условиях хронического
эксперимента

(Представлено 23/III 1966)

Этаноламин был впервые получен Дентом ⁽¹⁾ из различных биологических сред, выделен Робертсом ⁽²⁾ из нервной ткани и основательно изучен Де-Роппом ⁽³⁾ и Талланом ⁽⁴⁾, по данным которого его содержание в мозгу достигает 20,6 мг%.

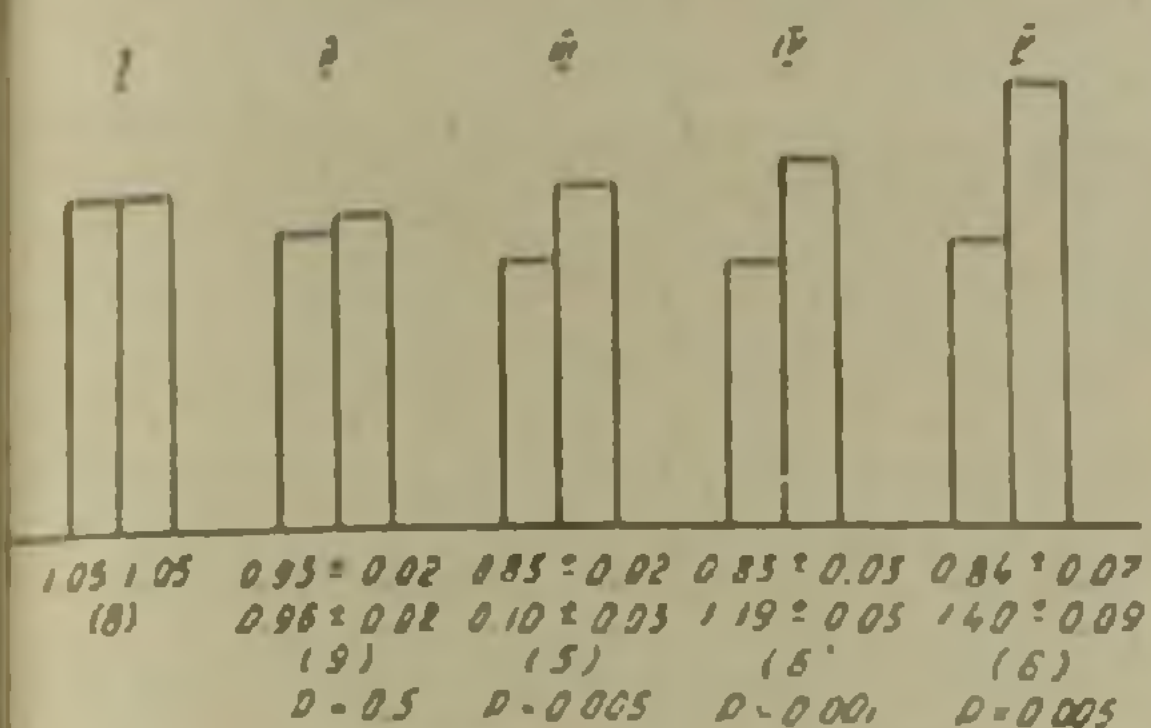
Механизмы возникновения этаноламина и фосфорилэтанолламина в нервной ткани пока не ясны. Кроме химического пути образования фосфорилэтанолламина в мозгу имеются указания относительно его ферментативного синтеза ⁽⁵⁾ и возникновения через декарбоксилирование фосфорилсерина ⁽⁶⁾. После открытия кефалиназы в нервной ткани укрепилось мнение, что фосфатиды могут быть источником образования этаноламина ⁽⁷⁾. Эти данные хорошо согласуются с результатами исследований Абуда, Гейгера, Кнауффа, Бекка ^(8,9) и др. по изучению причин повышенного содержания азотистых оснований фосфатидов в мозгу погибших от тяжелой гипогликемии и роли указанных липидов в нем, как запасов энергии.

Исходя из вышесказанного представляло интерес изучение артерио-венозной разницы содержания этаноламина в крови, притекающей в мозг и оттекающей из него, с одновременной регистрацией скорости кровотока в общей сонной артерии под действием гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), адреналина и электро кожного раздражения.

ГАМК обладает выраженной физиологической активностью в мозгу, как ингибитор деятельности центральных синапсов ⁽¹⁰⁾. Исследованиями С. А. Мирзояна и сотр. ^(11,12) было установлено увеличение скорости мозгового кровотока и понижение тонуса мозговых сосудов под влиянием ГАМК.

Г. Х. Бунятян и сотр. ⁽¹³⁾ показали роль ГАМК в процессах проницаемости глюкозы через клеточные мембраны различных тканей, а так-

же в обмене углеводов периферических органов. Наряду с этим К. Г. Карагезяном было показано, что ГАМК способствует выделению нейтральных фосфолипидов мозгом в периферический кровоток. Интересно было выяснить не происходит ли при этом одновременного расщепления некоторых фосфолипидов с освобождением свободного этаноламина?

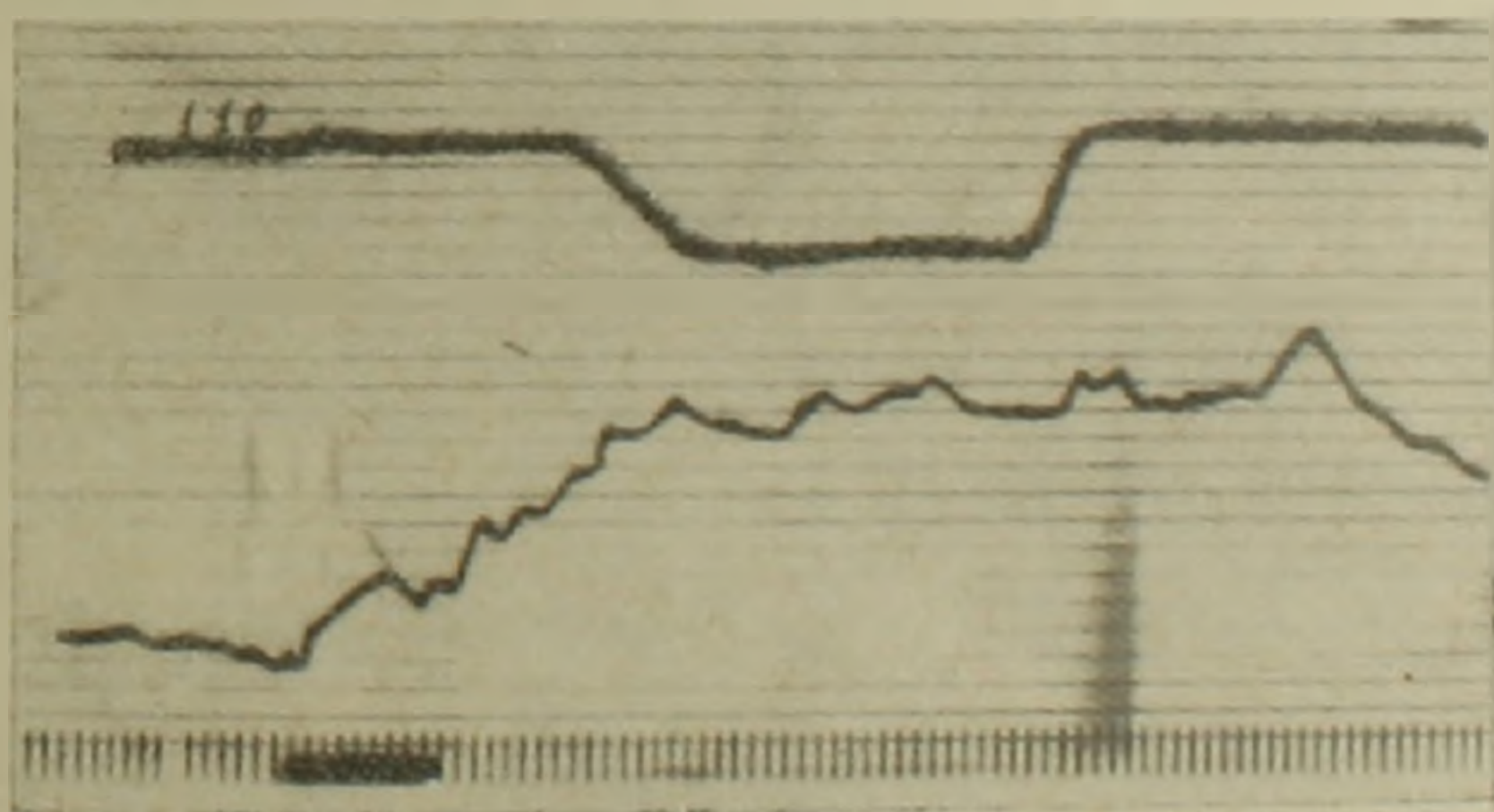


Фиг. 1. Артерио-венозная разница содержания свободного этаноламина в цельной крови, притекающей в мозг и оттекающей из него, у собак. I — контроль; II — Под действием физиологического раствора; III — под действием 2,5 мг/кг ГАМК; IV — под действием 3,75 мг/кг ГАМК; V — под действием 5,0 мг/кг ГАМК.

По регистрации скорости кровотока в общей сонной артерии мы слагали представление об изменениях, наступавших в мозговом кровообращении при воздействии указанными раздражителями.

Исследования проводились на 5 собаках-самцах в хроническом эксперименте, методом артерио-венозной разницы (¹⁴) с учетом времени кровообращения в мозгу (¹⁵). Кровь бралась из указанной артерии и наружной яремной вены до и после нанесения раздражений через 5, 10, 15, 20 и 25 минут. ГАМК и адреналин вводились интракаротидно. Электрическое раздражение 5в, частота

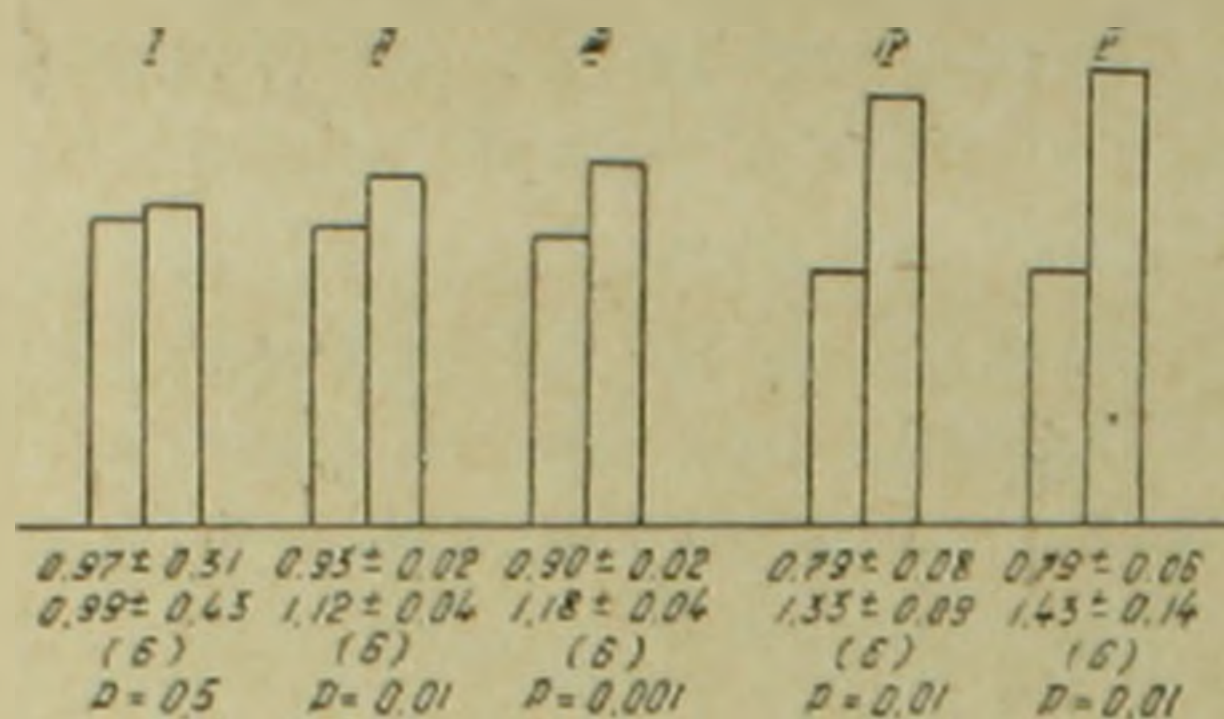
10, 1 мс наносилось на выбритую поверхность кожи задней конечности. Этаноламин определялся с помощью бензохиноновой реакции (¹⁶). Скорость кровотока изучалась методом термоэлектрического измерения (¹⁷) в общей сонной артерии, после предварительного перевязывания наружной сонной артерии и всех ответвлений, питающих мягкие ткани. Это делалось для того, чтобы выявляемые сдвиги кровотока в данной артерии максимально отражали бы состояние мозгового кровотока.



Фиг. 2. Интракаротидное введение 2,5 мг/кг ГАМК собакам; кривые сверху вниз: артериальное давление; скорость кровотока в общей сонной артерии; отметка времени (3 секунды); отметка введения препарата.

Результаты исследований показывают, что количество этаноламина в цельной крови собак колеблется в пределах 0,8—1,2 мг%. Как видно

из фиг. 1, в нормальных условиях артерио-венозная разница его содержания отсутствует. Интракаротидное введение физиологического раствора не вызывает заметных изменений описанной картины; не обнаруживаются также какие-либо колебания скорости кровотока.



Фиг. 3. Артерио-венозная разница содержания свободного этаноламина в цельной крови, притекающей в мозг и оттекающей из него, у собак. I — контроль; II — под действием 0,025 мг/кг адреналина; III — под действием 0,0375 мг/кг адреналина; IV — под действием 0,05 мг/кг адреналина; V — действие электрокожного раздражения.

ния в течение 1,5 минут (фиг. 2). ГАМК в дозах 3,75 и 5,0 мг/кг веса животного оказывает более выраженное и продолжительное действие (5 мин.).

Как явствует из фиг. 3, под влиянием адреналина в количестве 0,025, 0,0375 и 0,05 мг/кг и электрокожного раздражения обнаруживается более резкое увеличение артерио-венозной разницы содержания этаноламина, чем это наблюдалось под действием ГАМК.



Фиг. 4. Интракаротидное введение 0,025 мг/кг адреналина собакам, кривые сверху вниз: артериальное давление; скорость кровотока в общей сонной артерии; отметка времени (5 секунд); отметка введения препарата.

Под влиянием 0,025 мг/кг адреналина обнаруживается кратковременное замедление скорости кровотока (50 сек.) с последующим его увеличением в течение 3,5 минут. Одновременно наблюдается резкое повышение артериального давления приблизительно в течение 2,5 минут (фиг.

4). Аналогичная картина наблюдалась при использовании 0,0375 и 0,05 мг/кг адреналина.

Электрокожное раздражение, наоборот, в момент нанесения вызывает резкое замедление скорости кровотока, которое в большинстве случаев нормализуется спустя 1—1,5 минуты.

На основании проведенных исследований становится очевидным, что все испытанные раздражители вызывают значительное возрастание артерио-венозной разницы количества этаноламина в основном за счет увеличения его содержания в крови, оттекающей из мозга, через 20—25 минут после действия испытанных агентов. Наблюдавшиеся изменения кровотока происходили в среднем в первые 5 минут и, следовательно, не могли влиять на количественные изменения артерио-венозной разницы этаноламина, развивавшиеся на фоне уже нормализовавшегося кровотока. Таким образом мы считаем, что указанные сдвиги являются специфичными для крови, оттекающей из мозга, и, по-видимому, имеют прямое отношение к изменениям мозгового метаболизма.

Ереванский медицинский институт
Институт биохимии Академии наук
Армянской ССР

ՈՒ. Հ. ՄԻՐՁՈՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ԲՊՐԱԿԻԳ-ԱՆՈՂԱԺ,
Կ. Գ. ՂԱՐԱԳՅՈՋՅԱՆ, Ս. Պ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ և Լ. Բ. ՄԱԿԱՐՅԱՆ

Դ-ամինակարազաթթվի, ադրենալինի և մաշկի էլեկտրական գրգռման ազդեցությունը ուղեղի զարկերակային և երակային արյան էթանոլամինի պարունակության և ընդհանուր բնային զարկերակի արյան հոսքի արագության վրա հոնիկական փորձի պայմաններում

Շենքի վրա քրոնիկ փորձի պայմաններում տարվող հետազոտություններով որոշվել է Դ-ամինակարազաթթվի, ադրենալինի և մաշկի էլեկտրական գրգռման ազդեցությունը էթանոլամինի բնական տատանումների վրա դեպի ուղեղ հոսող և ուղեղից արտահոսող արյան մեջ:

Արյունը վերցվել է գրգռիչներ տալուց 5, 10, 15, 20 և 25 րոպե հետո ընդհանուր քնային զարկերակից և լծային երակից: Արյան հոսքի արագությունը որոշվել է թերմոէլեկտրական չափման մեթոդով ընդհանուր քնային զարկերակում:

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ Դ-ամինակարազաթթվի 2,5—5 մգ/կգ բանականներ առաջացնում են էթանոլամինի պարունակության աննշան իջեցում զարկերակային արյան մեջ և միաժամանակյա նշանակալի բարձրացում ուղեղից արտահոսող արյան մեջ: Իրա հետ միասին դիտվում է արյան հոսքի արագության մեծացում ընդհանուր քնային զարկերակում:

Ադրենալինի 0,025, 0,0375 և 0,05 մգ/կգ բանականներ և մաշկի էլեկտրական գրգռումը ցուցաբերում են էթանոլամինի զարկերակ-երակային տարբերության ավելի շեշտակի մեծացում բան այդ տեղի է ունենում Դ-ամինակարազաթթվի ազդեցության ներքո: Այդ նույն պայմաններում ադրենալինից առաջանում է սկզբնական արյան հոսքի փոքրացում, որին հաջորդում է մեծացում: Մաշկի էլեկտրական գրգռման ժամանակ առաջանում է արյան հոսքի արագության խիստ թուլացում, որը կարճ ժամանակում վերականգնվում է:

Այսպիսով վերը նշված գրգռիչներից առաջացած արյան հոսքի փոփոխությունները տևում են 5 րոպեյի սահմաններում, այն ժամանակ երբ էթանոլամինի բնական տատանումները ավելի ցայտուն հանդես են գալիս 20—25 րոպե հետո: Ուստի հիմք կա պնդելու, որ էթանոլամինի պարունակության փոփոխությունները ուղեղից արտահոսող արյան մեջ ուղակիորեն կապված են նյարդային հյուսվածքի նյութափոխանակության տեղաշարժերի հետ և ոչ թե արյան հոսքի արագության:

- ¹ К. Е. Дент, *Biochem. J.*, 43, 169, 1948. ² Е. Робертс, С. Фрейнкел, П. Дж. Гейрман, *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 74, 383, 1950. ³ Р. С. Де-Ролл, Е. Г. Снедекер, *Anal. Biochem.*, 1, 424, 1960. ⁴ Г. Г. Таллан, С. Мур, У. Г. Стейн, *J. Biol. Chem.*, 211, 927, 1954. ⁵ С. Бухилоукс, А. Тишиерс, *Bull. Soc. Chem. Biol.*, 29, 1947. ⁶ Дж. Бремер, П. Фигард, Д. М. Гринберг, *Biochim. Biophys. Acta*, 43, 477, 1960. ⁷ Е. Чаргафф, А. С. Кестон, *J. Biol. Chem.*, 134, 515, 1940. ⁸ Л. Г. Абуд, А. Гейгер, *Am. J. Physiol.*, 182, 557, 1955. ⁹ Г. Г. Кнауфф, Ф. Бекк, *J. Neurochem.*, 6, 171, 1961. ¹⁰ А. Н. Ройтбак, в кн. Роль гамма-аминомасляной кислоты в деятельности нервной системы, 66, Л., 1964. ¹¹ С. А. Мирзоян, В. П. Акопян, в кн. Фармакология и химия, 210, М., 1965. ¹² С. А. Мирзоян, В. П. Акопян, *Физиол. биохим. и фармакол. эффекты гамма-аминомасляной кислоты в нервной системе*, 44, Л., 1964. ¹³ Г. Х. Бунятян, *Studies of the Role of Gamma-Aminobutyric Acid in Carbohydrate Metabolism*, Erevan, 1961. ¹⁴ А. А. Кедров, А. Н. Науменко, З. Я. Дегтярева, *Бюлл. эксп. биол. и мед.*, 9, 10, 1964. ¹⁵ В. Б. Егян, *Изв. АН АрмССР (биол. наук)*, 13, 43, 1960. ¹⁶ Г. В. Барсегян, *ДАН АрмССР*, XI, 1, 2, 93 (1965). ¹⁷ М. Е. Маршак, Г. Н. Аронова, *Бюлл. эксп. биол. и мед.*, (приложение к журналу № 1, 1957).

БИОХИМИЯ

М. А. Тер-Карпетян, академик АН Армянской ССР, и С. М. Инджикян

Особенности усвоения моноаминомонокарбоновых кислот
 дрожжевыми организмами в зависимости от расположения
 аминной группы

(Представлено 16/V 1966)

Процессы ассимиляции дрожжевыми организмами аминной группы и углеродного скелета аминокислот в зависимости от структурных особенностей этих соединений еще недостаточно изучены.

Известны только некоторые факты, показывающие изменения степени усвоения аминокислот алифатического нормального ряда $C_2—C_8$ в зависимости от длины углеродного скелета, от положения в их молекуле метильных групп, от разветвления углеродной цепи (¹).

Весьма редки данные об усваиваемости аминокислот в зависимости от положения в молекуле аминной группы (²⁻⁴).

Показано, что γ -аминомасляная кислота (ГАМК) является для *Torulopsis utilis* (*Candida utilis*) и *Saccharomyces cerevisiae* хорошим источником азота, не уступающим сульфату аммония (⁴).

Настоящая работа преследует цель — изучить влияние α -или концевое расположения аминной группы алифатических моноаминомонокарбоновых кислот ряда $C_2—C_8$ на усваиваемость азота и углерода в условиях аэробной жизнедеятельности дрожжевых организмов.

Объектами исследования служили следующие музейные культуры из рода *Candida* — *C. chevalieri* № 66, *C. guilliermondii* № 71, *C. guilliermondii membranaefaciens* № 72, *C. pulcherrima* № 95, *C. arborea* № 64, *C. tropicalis* DH3, *C. tropicalis* K3—10.

Культуры использовались после выращивания в синтетической среде и голодания в 1-процентном растворе глюкозы в течение 24-х часов.

Выращивание культуры проводилось в синтетической среде (ОС) следующего состава на 1 литр водопроводной воды: глюкоза—10 г, KH_2PO_4 —1,23 г, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ —0,625 г, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ —0,125 г, $NaCl$ —0,125 г, биотин—8 мкг. Основная среда дополнялась одним из следующих источников азота, вносимых в количествах, равных по азоту (г/л): аммоний-сульфат (контроль)—3,10, α - или β -аланин (ААла, БАла)—4,24, α - или γ -амино-н-масляная кислота (ААМК, ГАМК)—4,90, α - или δ -амино-н-ва-

лернановая кислота (ААВК, ДАВК)—5,57, α -амино-н-капроновая кислота (ААКК)—6,24 и глицин (Гли)—3,60. Все ингредиенты среды перекристаллизовывались, чистота аминокислот проверялась хроматографически, рН среды доводилась до 5,5.

Опыты проводились в условиях интенсивного аэрирования на круговой качалке (200 об/мин), дыхание определялось с помощью аппарата Варбурга в культуральной среде с соответствующими аминокислотами.

Влияние источников азота испытывалось, при аэробной жизнедеятельности культур, по следующим показателям: расщепленная глюкоза, синтезированная биомасса (сухое вещество), отношение $\frac{\text{синтезированная биомасса}}{\text{расщепленная глюкоза}}$ (экономический коэффициент) и в отдельных случаях интенсивность дыхания, накопление азота и аминокислот „запасного фонда“ клеток.

Глюкоза определялась микро-методом феррицианида, азот микро-методом-Кьельдаля. Аминокислоты методом хроматографии на бумаге.

1. Особенности расщепления глюкозы и синтеза биомассы при ассимиляции азота α и β -аланинов. Экспериментальные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Объем культуральной среды — 100 мл; посевной материал — 2 мг (сухое вещество); продолжительность инкубации — 20—22 часа

Культура	Расщепленная глюкоза (мг)			Синтезированная биомасса (мг)			Биомасса глюкоза $\times 100$		
	NH ₄ +	ААла	БАла	NH ₄ +	ААла	БАла	NH ₄ +	ААла	БАла
<i>C. chevalieri</i>	827	605	931	354	335	434	42	55	47
<i>C. guilliermondii</i>	825	405	188	398	257	115	48	64	62
<i>C. guill. membran.</i> . . .	925	310	709	428	179	414	46	58	58
<i>C. pulcherrima</i>	946	487	215	212	169	91	22	35	42
<i>C. arborea</i>	918	452	505	333	178	202	36	39	39
<i>C. tropicalis</i> DH3	948	785	750	401	407	390	42	52	52
<i>C. tropicalis</i> K3-10 . . .	974	490	350	430	280	198	44	57	57

Все исследуемые культуры наиболее интенсивно расщепляют глюкозу в присутствии аммония. Из них: *C. guilliermondii*, *C. pulcherrima* и *C. tropicalis* K3—10 расщепляют глюкозу интенсивнее в присутствии ААла, чем БАла. *C. arborea* и *C. tropicalis* DH3 почти одинаковой скоростью при наличии того или другого из аланинов, а *C. guill. membranaefaciens* и *C. chevalieri*—быстрее в присутствии БАла, чем ААла.

Культуры значительно отличаются также по способности усвоения углеродного скелета ААла и БАла, о чем можно судить по повышению экономического коэффициента синтеза биомассы в присутствии аминокислот по сравнению с таковой при усвоении аммония. Свойство усвоения углеродного скелета почти не замечается у

C. arborea, больше выражено и в равной степени для ААла и БАла у *C. tropicalis* КЗ—10, *C. tropicalis* ДНЗ, *C. guilliermondii* и *C. guill. membranaefaciens*, в то время как у *C. chevalieri* лучше ассимилируется скелет ААла, а у *C. pulcherrima* скелет БАла.

2. *Усвоение аминной группы разного расположения в зависимости от длины углеродной цепи аминокислот.* Исследования проводились культурой *C. guilliermondii membranaefaciens* в основной среде, содержащей в качестве единственного источника азота следующий гомологический ряд N-аминокислот с α- или концевой аминной группой, а именно: ААла и БАла, ААМК и ГАМК, ААВК и ДАВК и Г.ЛИ.

Экспериментальные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Объем культуральной среды — 50 мл; посевной материал — 1 мг (сух. вещ-во); продолжительность инкубации — 25 час.

Источник азота	Расщепленная глюкоза (мг)	Синтезированная биомасса (мг)	Биомасса Глюкоза × 100
1. Сульфат аммония	485	210	43
Г.ЛИ	62	33	53
ААЛА	72	41	56
БАЛА	145	85	58
ААМК	10	3	30
ГАМК	444	320	73
ААВК	40	19	46
ДАВК	90	30	33
ААКК	32	13	39

Полученные данные показывают замечательный пример влияния длины цепи аминокислот и положения аминной группы на усваиваемость дрожжами источников углерода и азота. Аминокислоты с концевыми аминными группами способствуют более интенсивному усвоению глюкозы и азота, а также синтезу биомассы; среди них наилучшим источником является ГАМК, в присутствии которой найдена наивысшая степень расщепления глюкозы и наивысший экономический коэффициент, а наиболее угнетающей является ААМК.

Эффективность же других аминокислот этого ряда в процессе расщепления глюкозы резко падает как в сторону БАЛА, так и ДАВК. Судя по экономическому коэффициенту, лучшим источником углерода оказался скелет ГАМК, в то время как в присутствии ААМК синтез биомассы не достигает даже уровня, достигаемого при усвоении аммония. Углеродные скелеты ААЛА и БАЛА в некоторой степени усваиваются, но значительно меньше, чем ГАМК. Что касается углеродных скелетов ААВК и ДАВК и ААКК-ы, то они не усваиваются.

3. *Взаимодействие ААМК и ГАМК при аэробной жизнедеятельности дрожжевых организмов.* Известен ряд примеров антагонизма между аминокислотами гомологических рядов, а также отдельными аминокислотами и их окси, метил, сульфо и других производными (5—7), однако, об антагонизме между изомерами по положению аминной группы аминокислот, нам не удалось найти фактических данных.

Исследования проводились на культуре *C. guilliermondii* мет. brapaefaciens в условиях выращивания в синтетической среде, содержащей в качестве единственного источника азота одно из следующих соединений—сульфат аммоний (контроль), ГАМК, ААМК, или смесь ГАМК (1 часть) + ААМК (5 частей).

Результаты опытов обобщены в табл. 3 и 4 и на фиг. 1.

Таблица

Объем культуральной среды: для выращивания 50 мл, дыхания — 2 мл

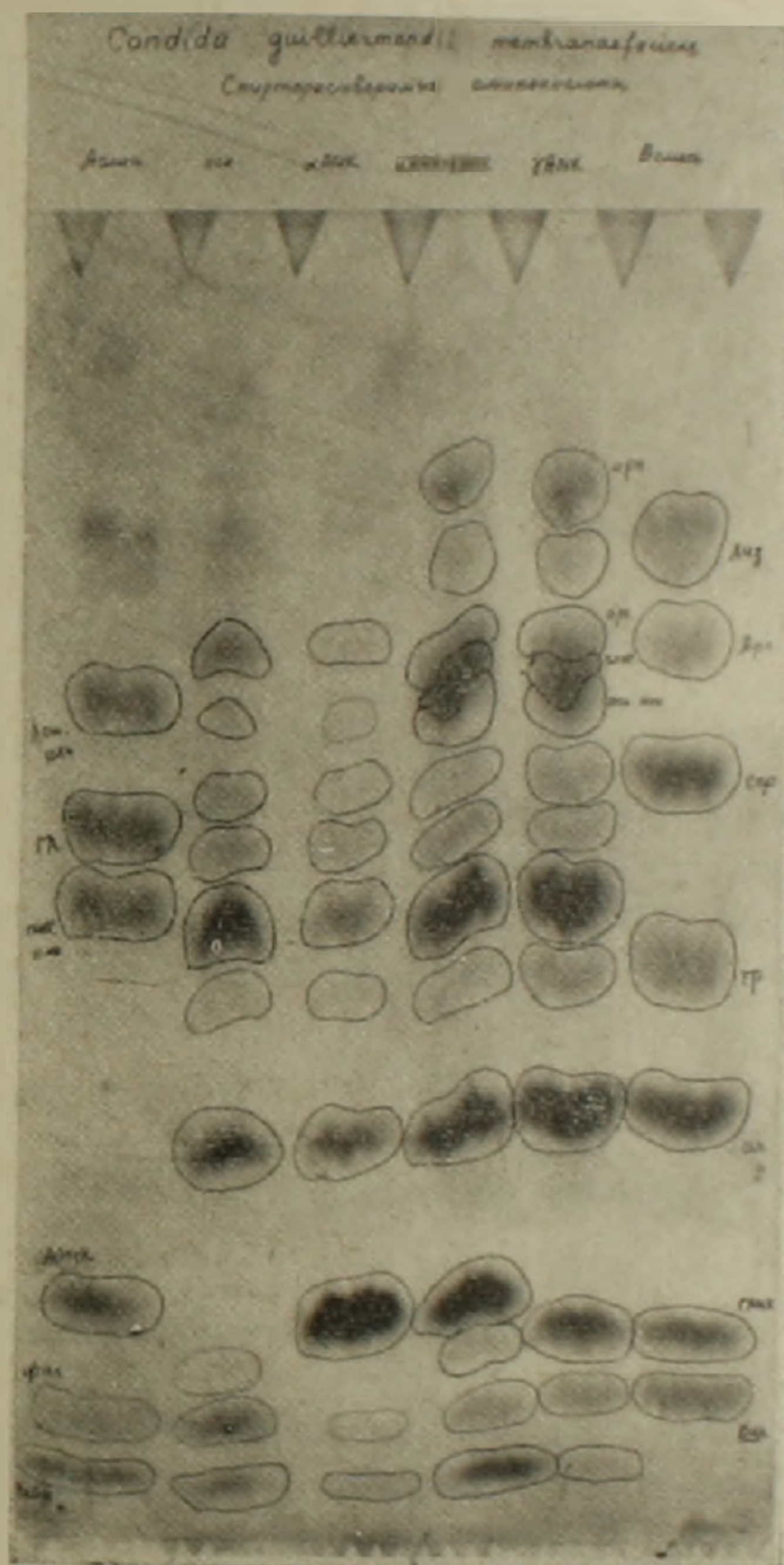
Показатели опыта	Посевная культу- ра — 104 мг (су- хое вещество)			Посевная культу- ра — 1 мг (сухое вещество)			
	ГАМК	ААМК	ГАМК+ ААМК	NH ₄ +	ГАМК	ААМК	ГАМК+ ААМК
Глюкоза исходная	460	460	460	537	537	537	537
Глюкоза расщепленная	439	388	439	533	528	5	102
Продолжительность инкубирования	10	18	13	28	28	28	28
Синтезированная биомасса	282	106	236	222	347		51
Биомасса %	64,2	27,3	53,7	42	66	28	50
Глюкоза							
N растворимый исх — 0,39	0,81	0,42	0,86	0,53			
N общий исх — 3,39	5,92	3,43	6,64	5,74			
Накопление N в биомассе (с выче- том посевного материала мг)	19,5	3,8	18,5	19,2			
QO ₂ (посевная культура—15 мг сух. вещ. в 2 мл)				69,5	62,5	47,5	45,0

Таблица 4

Данные в мкг в 100 мг абсолютно сухих дрожжей

Аминокислоты в за- пасном фонде	Исходная голодающая культура	Источники азота при выращивании			
		NH ₄ +	ГАМК	ААМК	ГАМК+ ААМК
Цист(е)ин	следы	следы	следы	следы	следы
Орнитин	24	следы	228	следы	154
Лизин	77	84	88	15	86
Гистидин	13	43	48	следы	67
Аргинин	70	233	303	следы	291
Глютамин	86	—	270	23	333
Аспарагиновая кислота	53	164	199	23	217
Серин	49	182	77	19	48
Глицин	71	95	83	42	79
Глютаминовая к-та	388	455	841	152	684
Треонин	54	207	170	27	86
Аланин	175	678	783	151	439
ААМК	0	0	0	1884	936
ГАМК	10	330	389	7	76
Валин-метионин	321	525	111	37	102
Лейцин/изолейцин	156	672	37	61	353
Итого	1547	3628	3627	2441	3951

Полученные данные показывают, что в смеси ГАМК + ААМК подавляются скорости расщепления глюкозы и накопления биомассы, а также интенсивность дыхания (QO_2) по сравнению со средой, содержащей только ГАМК. Накопление общего азота в клетках в этом случае больше, чем в присутствии только ГАМК, или сульфата аммония. В среде, содержащей только ААМК, одновременно с торможением расщепления глюкозы и синтеза биомассы сильно подавлено также дыхание и накопление азота в клетках.



Фиг. 1.

Изучение образования запасного фонда аминокислот показало, что в присутствии ААМК не синтезируются аминокислоты, так как их уровень после вычета проникнувшего ААМК (1884 мкг) падает даже ниже (557 мкг) суммы аминокислот голодающих клеток (1547 мкг).

В присутствии двух аминокислот ААМК несколько тормозит образование запасного фонда аминокислот, в частности, ГАМК, а также орнитина, глутаминовой кислоты, треонина, аланина,

но способствует накоплению значительного количества лейцина (с изо-лейцином).

Полученные данные указывают на то, что антагонизм между ААМК и ГАМК отражается сильнее на процессы распада глюкозы и включения углеродных осколков ГАМК в синтез биомассы, чем на реакции образования запасного фонда аминокислот, за исключением ГАМК, накопление и синтез которого специфично подавляется.

Вышеприведенные исследования приводят нас к следующим выводам.

1. Установлено, что отдельные представители рода *Candida* определенно отличаются между собой по способности усвоения азота аминокислот ациклического ряда в зависимости от расположения аминной группы на α - или концевой позиции.

У различных культур позиция аминной группы оказывает также определенное влияние на процессы расщепления и усвоения основного источника углерода — глюкозы.

2. Обнаружено, что у культуры *C. guill. membranaefaciens* интенсивность усвоения азота аминокислот с альфа и концевой аминными группами определенно отличается между собою. В исследуемом ряде максимальная усвояемость принадлежит аминной группе ГАМК, а минимальная таковой ААМК.

Выдвинута гипотеза о возможном антагонизме между ААМК и ГАМК, как единственными источниками азота при аэробном выращивании упомянутой культуры.

Приведенные данные дают основание для дальнейшего изучения ферментативного механизма отщепления или переноса концевой аминной группы аминокислот и роли соответствующих ферментов в азотном обмене дрожжей.

Армянский научно-исследовательский
институт животноводства и ветеринарии
Институт микробиологии Академии наук Армянской ССР

Մ. Ա. ՏԵՐ-ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, և Ս. Մ. ԻՆՃԻԿՅԱՆ

Խմորասնկային օրգանիզմների կողմից մոնոամինոմոնոկարբոնաթթուների յուրացման առանձնահատկություններ՝ կախված ամինային խմբի դիրքից

Խմորասնկային օրգանիզմների կողմից ամինաթթուների ամինային խմբի և ածխածնային կմախքի յուրացման պրոցեսները, կախված այդ միացությունների կառուցվածքային առանձնահատկություններից, բավականաչափ ուսումնասիրված չեն:

Ներկա աշխատանքի նպատակն է հետազոտել C_3-C_6 նորմալ շարքի ալիֆատիկ մոնո-ամինոմոնոկարբոնաթթուների 2 — կամ ծայրային ամինային խմբի ազդեցությունը ազոտի և ածխածնի յուրացման վրա՝ խմորասնկերի տերոբ կենսազործության պայմաններում:

1. Պարզվել է, որ *Candida* ցեղի առանձին ներկայացուցիչներ որոշակիորեն տարբերվում են իրարից, աջիկիկ շարքի ամինաթթուների ազոտը յուրացնելու իրենց բնորոշակությամբ՝ կախված ամինային խմբի 2 — կամ ծայրային դիրքից:

Տարբեր կուլտուրաների մոտ ամինային խմբի դիրքը որոշակիորեն ազդում է ածխածնի խմանական ազրյուրի — գլյուկոզի ճեղքման և յուրացման պրոցեսների վրա:

2. Հայտնաբերվել է, որ *C. guilliermondii membranaefaciens* կուլտուրայի մոտ 2 — 6 ժայռային ամինային խմբեր ունեցող $C_3—C_6$ շարքի ամինաթթուների յուրացման ինտենսիվությունը խիստ տարրերվում է միմյանցից: Հետազոտվող շարքում առավելագույն աստիճանի յուրացումը վերաբերում է γ — ամինակարազաթթվին, իսկ նվազագույնը՝ 2 — ամինակարազաթթվին:

Առաջ է քաշվում հիպոթեզ այն մասին, որ նշված կուլտուրայի անոթ աճի պայմաններում հավանաբար գոյություն ունի անտադոնիզմ γ — ամինակարազաթթվի և 2 — ամինակարազաթթվի միջև՝ որպես ազոտի միակ աղբյուրների:

3. Ներկայացված տվյալները հիմք են տալիս ուսումնասիրելու ամինաթթուների ծայրային ամինային խմբի ճեղքման կամ տեղափոխման ֆերմենտատիվ մեխանիզմները խմորասնկային օրգանիզմների մոտ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ В. Хармелуц, Biochem. Ztschr. 299, 5/6, 317, 333, 1938. ² Н. Нильсен, С. R. Labor. Carlsberg (Ser. Chim.) 22, 384, 1938. ³ Н. Нильсен, В. Хармелуц, Biochem. Ztschr. 296, 5/6, 358, 1938. ⁴ Р. Пемпушко, А. Фауден, Annals of Botany 25, 491, 1961. ⁵ Н. Нильсен, Naturwiss. 31, 146, 1943. ⁶ Д. Буллеу, A study of the Antimetabolites. New-York, 1952. ⁷ А. Meister, Biochemistry of the Aminoacids, New-York, 1957.

Э. С. Халатян

Микроэлементы в гидрокарбонатно-хлоридных натриевых углекислых источниках Айоцдзора

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 24/XI 1965)

Айоцдзор расположен в Армянской складчатой зоне. Он обрамлен горными цепями: с севера — Варденисским хребтом, с юга — Вайоцзорским, с запада отрогами Гегамы, а с востока — водоразделом рек Арпа и Воротан. Рельеф района — гористый, пересеченный. Для части Айоцдзора, примыкающей к Араратской низменности, характерен сухой континентальный климат, а в верховье р. Арпа он сухой и умеренно холодный, лесной. Особенности климата сказываются только на химизме поверхностных вод.

Айоцдзор — синклиниорий, выполненный, в основном, мощными толщами вулканогенно-осадочных образований палеогена; неоген и верхне-меловые карбонатные породы менее распространены.

Тектоническая приподнятость отдельных участков, интрузивный гретичный магматизм и эффузивный четвертичный разобшили, раздробили упомянутую структуру, нарушив горизонтальный водообмен. Все перечисленное, вместо единой Айоцдзорской гидродинамической системы, образовало внутри структуры субартезианские водонапорные склоны. В Айоцдзоре выходят углекислые источники разнообразного химизма и больших колебаний температур. Здесь выходят наиболее горячие источники Армении — Джермукские, описанные А. П. Демехиным ⁽¹⁾ А. Л. Ананяном ⁽²⁾. За последние годы в Айоцдзоре выявлены новые участки выходов углекислых источников, в районе которых геологами УГ и ОН Армянской ССР проводилось бурение.

В настоящем сообщении приведены новые данные по содержанию некоторых микроэлементов в углекислых источниках Айоцдзора.

Для углекислых вод отдельных структур характерна смена гидрохимических фаций с глубиной, что является прямым отражением геологического строения. Смена химического состава углекислых минеральных вод выражается в том, что гидрокарбонатные кальцевые воды замещаются гидрокарбонатными натриевыми, а те в свою очередь — гидрокарбонатно-хлоридными натриевыми и хлоридно-гидрокарбонатными

натриевыми водами. Подобная смена гидрохимических фаций углекислых минеральных вод намечается даже на сравнительно близко расположенных участках выходов источников и при бурении. Так, например, вертикальная смена гидрохимических фаций ярко проявилась при бурении на Ехегис-Орбатехском месторождении углекислых вод. На последнем участке бурением были выведены гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-гидрокарбонатные натриевые воды, отличающиеся сравнительно повышенной общей минерализацией и богато представленным микрокомпонентным составом* (табл. 1).

Таблица 1
Микроэлементы в хлоридно-гидрокарбонатных и гидрокарбонатно-хлоридных натриевых водах Айоцдзора

Проба	Место отбора	Общая минерализация мг/л	F ⁻ мг/л	Br ⁻ мг/л	I ⁻ мг/л	HBO ₂ мг/л	H ₂ SiO ₃ мг/л
302	уч. Саят-Нова	8057,4	1,00	2,00	0,15	90,0	208,0
Скв. 31	Ехегис-Орбатехский участок	9489,1	1,00	3,00	0,15	210,0	117,0
Скв. 60		16602,5	1,08	13,00	0,60	380,0	169,0
Скв. 59		16697,6	1,01	65,00	0,90	380,0	169,0
Скв. 67		15501,1	0,60	10,00	0,25	360,0	208,0
Скв. 94		12587,9	1,08	5,00	0,25	320,0	234,0
Скв. 66		5939,2	0,40	16,00	0,20	100,0	78,0
Скв. 58		10770,7	1,00	1,40	0,45	320,0	182,0
Скв. 90		10450,8	0,60	3,00	0,25	300,0	182,0
Скв. 4		10408,0	1,00	6,40	0,32	320,0	182,0
Скв. 87		14309,9	0,80	13,00	0,80	360,0	182,0
Скв. 89		7261,0	0,68	3,40	0,25	240,0	143,0
Скв. 6		7293,0	0,60	3,00	0,40	200,0	169,0
Скв. 85		12419,0	1,00	4,00	0,40	340,0	169,0
Скв. 88		10026,8	0,12	3,40	0,40	210,0	104,0
Скв. 71		5770,7	0,12	—	0,60	40,0	169,0
Скв. 93		10011,10	0,80	3,00	0,15	210,0	78,0

В вышеупомянутых углекислых водах, как и в водах нового участка Саят-Нова, обнаружены микроэлементы, имеющие фармакологическое воздействие на организм человека. И Ехегис-Орбатехский, и участок Саят-Нова расположены в прогнутых участках Айоцдзора и наличие третичных вулканогенно-осадочных фаций в первом случае и предположительное их присутствие во втором случае, по всей вероятности, и способствовало формированию близких по химизму и микрокомпонентному составу углекислых минеральных вод.

Так, обогащенность углекислых минеральных вод Айоцдзора щелочными элементами и сульфатами вызвана углекислотным воздействием на породообразующие минералы и рудную минерализацию одноименного рудного района (табл. 2 отображает содержание рудных элементов).

* Химические анализы отобранных нами вод проводились в гидрохимической лаборатории ИГН АН АрмССР Э. А. Кюрегян и Ц. О. Эксузян. Отдельные микрокомпоненты определялись химиком С. А. Бозояном, Н. В. Тагеевой (3) определены микрокомпоненты в водах Джермука. С. Р. Крайнов, М. Х. Королькова (4) приводят данные по содержанию Zn, Cu, Pb, As, B, Br, I в ряде источников Армянской ССР.

Наличие же щелочноземельных элементов в углекислых минеральных водах Айондзора вызвано прохождением вод через верхнемеловые карбонатные фации и по известковым песчанникам третичного возраста.

Помимо геологических факторов, имеющих очень существенное значение для обогащения углекислых минеральных вод микрокомпонентами, велика роль также физико-химической обстановки, и в первую очередь газового состава, химизма и температуры вод. Так, углекислотное воздействие на изверженные породы и высокая температура способствовали обогащению Айондзорских терм кремнием. Характерно, что не все элементы однотипно реагируют на температурные колебания: так, если наиболее высокие содержания кремниевой кислоты отмечаются в более горячих водах, то подобной связи нет между колебаниями температуры и содержаниями галондов, бора. Значительную роль в обогащении вод микроэлементами сыграли термометаморфические процессы, что особенно ярко проявляется при обогащении вод бором.

Таблица 2

Проба	Место отбора	Zn ²⁺ мг/л	Pb ²⁺ мг/л	Cu ²⁺ мг/л	MoO ₄ ²⁻ мг/л	HBO ₂ мг/л	Br ⁻ мг/л	I ⁻ мг/л	F ⁻ мг/л
300	скв. Зирак	Н	Н	Н	0,197	30,0	Н	0,10	Н
301	скв. уч. Саят-Нова	Н	Н	Н	0,197	90,0	0,60	0,32	1,16
303	пр. берег р. Дара	Н	Н	Н	0,247	90,0	1,60	0,15	1,00
Скв. 5	Ехегис	0,05	0,007	Н	0,148	150,0	4,00	0,40	0,76

Молодые вулканические аппараты Айондзора не только создавали вокруг себя своеобразные «тепловые аномалии», способствующие оттоку бора из вмещающих пород, тем самым обогащая воды, но и сами были поставщиком некоторой части этого элемента. Бор выщелачивался из молодых лав, так как находится в стеклах последних в тройной, а не четверной координации (5). Значительная же часть бора выносится углекислыми водами из вулканогенно-осадочных третичных образований, в которых спектрографически определены сотые и десятые доли процента бора. Изменение содержаний бора однозначны с изменениями минерализации, щелочных элементов и хлора.

Колебания содержаний лития в углекислых водах следуют изменениям общей минерализации вод. К примеру, на Орбатехском месторождении при минерализации 10,3 г/л содержание лития доходило до 10 мг/л; в Ехегисском источнике при общей минерализации 2,0 г/л его содержалось 2,6 мг/л, а в другом источнике этого же участка при минерализации в 6,7 г/л лития содержалось 5,3 мг/л. Наивысшие содержания лития достигают 22,0 мг/л в углекислых водах повышенной минерализации (>14 г/л) гидрокарбонатно-хлоридных натриевых по составу.

Примерно такая же, но менее ярко выраженная картина наблюдается в распределении брома, йода и фтора в связи с изменениями общей минерализации. Наивысшие концентрации упомянутых элементов приурочены к хлоридно-гидрокарбонатным водам Орбатеха с повышенной

минерализацией, где обнаружено брома 65,0 мг/л, йода 0,9 мг/л и фтора 1,08 мг/л.

Рудная минерализация Ехегисского участка наложила свой отпечаток на обогащение углекислых вод цинком, свинцом и молибденом. Медь не обнаружена (табл. 2).

В Айоцдзоре широко развиты купола, покровы травертинов, которые известны в верховье р. Селим, по течению рр. Ехегис, Дара и др. в долине р. Арпа у сс. Сойлан, Арени и т. д. А. П. Демехин ⁽¹⁾ отмечал, что травертины здесь среди всех регионов Армении (исключая Вединский район) получают наибольшее развитие.

Травертиноосаждение происходит по путям движения углекислых вод. А. Л. Ананяном ⁽²⁾ отмечалось осаждение в водопроводящих трещинах арагонита, кальцита, анкерита. Выпадение отдельных минералов, осаждаемых из углекислых вод, существенно сказывалось на химизме последних. Благодаря осаждению минералов шло падение концентрации в водах таких химических элементов, как кальций, магний и железо. Последнее обстоятельство отражалось на микрокомпонентном составе углекислых вод. Так, в частности, антагонизм в поведении бора с кальцием и магнием, как и способность его захватываться соединениями железа, отражается на распределении бора в водах и травертинах. Упомянутая причина не может не сказаться на распространении и других микроэлементов.

В заключение несколько слов о возможном применении рассматриваемых углекислых вод. Фармакологическое воздействие некоторых микроэлементов таких, как йод, бром, бор и другие в ряде новых источников Айоцдзора выдвигает использование этих вод в бальнеологии. В то же время разнообразие микрокомпонентного состава этих вод позволяет использовать последние в сельском хозяйстве. В сельском хозяйстве в качестве удобрений для кислых почв могут найти применение и травертины. Так, в частности, даже незначительные содержания бора в травертинах делают их еще более ценным продуктом при известковании кислых почв.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Է. Ս. ԽԱՆՔՅԱՆ

Միկրոտարրերի Հայոցձորի հիդրոկարբոնատ-հլուրիդ նատրումային ածխաթթվային ջրերում

Հոդվածում նկարագրված է Հայոցձորի մի շարք ածխաթթվային ջրերում ցինկի, պղնձի, կապարի, մոլիբդենի, րոմի, քոբի, յոդի, ֆտորի և լիթիումի բաղադրության օրինաչափությունները: Այդ միկրոտարրերի բաշխումը կանխորոշվում է ստրուկտուրա-լիթոլոգիական առանձնահատկություններով և ֆիզիկո-քիմիական պայմաններով: Որոշ միկրոտարրերի ֆարմակոլոգիական ազդեցությունը օրգանիզմի վրա թույլ է տալիս ջրերը օգտագործել չեքմոկարումական և պատակներով: Այդ ջրերը և նրանց նստվածքները՝ տրավերտինները լայն կիրառություն կարող են ունենալ նաև գյուղատնտեսության մեջ, որպես պարարտանյութ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԴԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. П. Демехин, Минеральные воды бассейна реки Арпа, Изд. АН АрмССР, 1958. ² А. Л. Ананян, Гидрогеологическая и геотермическая характеристика района курорта Джермук, Автореферат кандидатской диссертации, 1963. ³ Н. В. Тагеева, Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. I. Минеральные воды Джермука (Исти-су) в Армении, 1948. ⁴ С. Р. Крайнов, М. Х. Королькова, „Известия АН АрмССР“ (серия геологич.), т. XV, № 2 (1962). ⁵ И. В. Белов, Некоторые особенности геохимии бора в свете его кристаллохимии, Мин. сб. Львовского геол. об-ва, № 8, 1954.

